



**SOFIA ANDRADE
CORREIA NEVES**

**OTIMIZAÇÃO DAS ROTAS DE DISTRIBUIÇÃO DA
FROTA DE VEÍCULOS SUBCONTRATADOS PELA
PRIO ENERGY S.A.**



**SOFIA ANDRADE
CORREIA NEVES**

**OTIMIZAÇÃO DAS ROTAS DE DISTRIBUIÇÃO DA
FROTA DE VEÍCULOS SUBCONTRATADOS PELA
PRIO ENERGY S.A.**

Projeto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação científica da Doutora Ana Moura, Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro

Dedico este trabalho à minha família.

“It doesn’t matter if you try and try and try again, and fail. It does matter if you try and fail, and fail to try again” - Charles Kettering

o júri

presidente

Prof. Doutor João Carlos de Oliveira Matias

Professor Catedrático Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro

Prof. Doutor Luís Gonçalo Rodrigues Reis Figueira

professor auxiliar do Departamento de Engenharia e Gestão Industrial da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Prof. Doutora Ana Maria Pinto de Moura

professora auxiliar do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro

agradecimentos

À minha orientadora da universidade Ana Moura, tendo sido uma mais valia para a realização do projeto estando sempre presente e apoiando na resolução de dificuldades.

A todos os colaboradores da empresa onde durante 8 meses realizei o meu projeto. Ajudaram-me na adaptação e integração na empresa assim como estiveram sempre disponíveis para contribuir no que precisasse.

Ao Ricardo Vaz, o meu orientador da empresa, por toda a sua disponibilidade, ajuda e orientação ao longo do projeto. Foi uma figura muito importante no meu processo de aprendizagem, conduzindo-me até à concretização dos objetivos do meu projeto de estágio.

Aos meus amigos, pelo apoio que demonstraram durante estes últimos meses, à ajuda que me deram sempre que precisei e que foi essencial para o trabalho que realizei.

À minha família, que são o principal motivo por ter conseguido chegar até aqui. Sempre me deram as oportunidades e apoio necessários para concretizar os meus objetivos, ensinaram-me todos os dias a acreditar em mim própria e fizeram-me acreditar que com vontade e determinação, consigo chegar onde quiser. Obrigada por todo o apoio e dedicação desde o início.

palavras-chave

Análise, Custos Logísticos, Logística, Otimização, Rotas de Distribuição, Transporte.

resumo

O projeto em causa foi desenvolvido na empresa Prio Energy S.A., situada na Gaíanha da Nazaré, mais precisamente no Departamento Logístico da mesma. No âmbito atual de competitividade e globalização dos negócios, a rivalidade é bastante vivida. As empresas competem pela liderança de mercado, que por sua vez significa que a empresa é bem-sucedida e rentável assim como que adquiriu uma vasta carteira de clientes que estão satisfeitos com o desempenho da organização. A Prio Energy S.A. detém uma grande quota de mercado face aos seus concorrentes, e, como qualquer empresa, um dos seus objetivos principais passa pela constante tentativa de melhoria de forma a obter o maior lucro possível, sem descorar a qualidade dos seus produtos e serviços.

De modo a conseguir atingir esses objetivos, os custos totais despendidos são um fator de extrema importância, sendo que uma grande parcela desses custos está associada às funções logísticas. Por este motivo, o objetivo é a minimização dos custos de transporte, que representam a maior fração dos custos totais logísticos. Tal irá ser realizado através da otimização das rotas de distribuição das cisternas que distribuem os produtos. Isto implica a alteração do método de custeio atual, que engloba a minimização das distâncias percorridas e o ajuste dos fatores aplicados.

Assim sendo, o presente trabalho tem como finalidade demonstrar as alterações e consequente mudança que o método de custeio aplicado às transportadoras sofreu, como foram aplicadas essas alterações e as consequências das mesmas. Desta forma, a empresa consegue melhorar o método de custeio aplicado e minimizar os custos associados.

keywords

Analysis, Distribution Routes, Logistics, Logistics Costs, Optimization, Transportation.

abstract

The project concerned was developed at the company Prio Energy S.A., located at Gafanha da Nazaré, more precisely in the logistics department. In the current context of competitiveness and business globalization, the rivalry is quite lived. The organizations compete among themselves for the market leadership, which in turn means the company is successful and profitable, as well as that acquired a vast customer base who are satisfied with the company performance. Prio Energy S.A. holds a large market share against its competitors, and, as any company, one of its main objectives is the constant work for improvement in order to obtain as much profit as possible, without bleach the quality of its products and services. In order to achieve these goals, the costs incurred are an extremely important factor, being that a large portion of the total costs of the company are associated to logistics functions. For this reason, the goal is the minimization of the transportation costs, which represent the majority of the logistic costs. This will be accomplished through the optimization of the cisterns' distribution routes, which deliver the products. This implies the alteration of the current costing method, which includes the minimization distances traveled and the adjustment of the factors applied. The present report has the goal of demonstrating the changes and consequent alteration that the costing method applied to the transportation companies has suffered, how that changes were applied and its consequences. This way, the organization can apply a better costing method and minimize the associated costs.

Índice

Índice.....	i
Índice de Figuras	iii
Índice de Gráficos	iv
Índice de Tabelas	iv
1. Introdução	1
1.1. Objetivos do Projeto	2
1.2. Metodologia	3
1.3. Estrutura do Relatório	4
2. Revisão da Literatura.....	5
2.1. Logística.....	5
2.1.1. Custos Logísticos	8
2.1.2. Transporte Logístico	9
2.2. <i>Outsourcing</i> : o que é, vantagens e desvantagens.....	10
2.3. Indústria do combustível.....	12
2.4. Rotas de veículos.....	15
2.4.1. Problema de rotas de veículos	16
3. Contextualização do Projeto	19
3.1. Apresentação da empresa.....	19
3.2. Departamento Logístico	20
3.3. Apresentação do problema.....	21
3.3.1. Sistema de Raios.....	22
3.3.2. Carro Fixo e Spot	23
3.3.3. Transporte Logístico	24

3.4.	Método de Custeio Atual	26
3.5.	Novo Método de Custeio	27
4.	Otimização dos métodos de custeio	31
4.1.	Análise de custos das transportadoras	31
4.2.	Alteração do método de custeio	34
4.2.1.	Testes às propostas	35
4.2.2.	Resultados da fase de negociações	37
4.3.	Matriz de distâncias.....	38
4.4.	Diluidor de custos.....	40
5.	Análise comparativa de resultados	49
5.1.	Resultados da alteração do método de custeio.....	50
6.	Ferramenta para auxílio à tomada de decisões e automatização das mesmas.....	55
6.1.	Calculadora de custos para apoio à seleção da transportadora da zona Norte do país	55
6.1.1.	Aplicação de linguagem VBA e criação de macros	59
6.2.	Ferramenta para automatização do processo de otimização das rotas	62
7.	Conclusões.....	69
7.1.	Trabalho Futuro.....	71
8.	Referências Bibliográficas.....	73

Índice de Figuras

Figura 1 – Visão tradicional da cadeia logística	7
Figura 2 – Sistema de raios – AutoRoute	23
Figura 3 – Folha de custos.....	35
Figura 4 - Cálculos de custos	36
Figura 5 - Resultados das propostas	36
Figura 6 – Matriz de distâncias	40
Figura 7 – Folha de custos.....	41
Figura 8 - Base de dados do diluidor de custos	42
Figura 9 - Conjugação das viagens com CE	43
Figura 10 - Conjugação das viagens entre pontos de entrega.....	43
Figura 11 - Identificação da viagem de ida e de retorno	44
Figura 12 - Atribuição dos quilómetros das viagens com CE	45
Figura 13 - Atribuição dos quilómetros das viagens entre pontos de entrega.....	45
Figura 14 – Formato de contabilização e repartição das distâncias percorridas.....	46
Figura 15 - Repartição das distâncias percorridas pelos pontos de entrega	46
Figura 16 - Confirmação dos cálculos efetuados	47
Figura 17 – Formato de contabilização da distância de retorno da transportadora X; Formato de contabilização da distância de retorno do novo método de custeio.....	51
Figura 18 - Cálculo para determinação dos quilómetros até 2PE.....	57
Figura 19 – Cálculo para determinação dos quilómetros para 4 PE	57
Figura 20 - Cálculo das distâncias para o mesmo raio	58
Figura 21 - Cálculo do custo total para a transportadora X.....	58
Figura 22 - Cálculo do custo total para a transportadora Y	59
Figura 23 – Ferramenta para o cálculo dos custos com o método antigo e novo.....	60
Figura 24 - Ferramenta para cálculo de custos com o novo método	61
Figura 25 - Formulário para introdução de dados de entrada.....	63
Figura 26- Dados de entrada.....	64
Figura 27 – Rotas e respetivas distâncias	66
Figura 28 - Fluxograma ilustrativo dos passos para a elaboração do algoritmo	67

Índice de Gráficos

Gráfico 1 – Vendas Acumuladas de Gasolina (APETRO, 2018)	14
Gráfico 2 – Vendas Acumuladas de Gasóleo Rodoviário (APETRO, 2018)	14
Gráfico 3 - Comparação dos métodos de custeio para a transportadora X.....	50
Gráfico 4 – Balanço dos custos totais da transportadora X.....	52
Gráfico 5 - Comparação dos métodos de custeio, da transportadora Z.....	53
Gráfico 6 - Balanço dos custos totais da transportadora Z.....	54

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Resultados da análise de custos	33
Tabela 2 - Obtenção do CE com o menor custo associado	64
Tabela 3 - Mini matriz de distâncias	65

1. Introdução

Na Prio Energy S.A., assim como na maioria das organizações, é sentida a crescente competição, a globalização e a eliminação de fronteiras que, atualmente, alteram as características dos mercados de trabalho que estão desde sempre em evolução.

No entanto, estes fatores motivam as empresas a procurar novas alternativas que melhorem toda a sua cadeia, através de estratégias orientadas para o cliente, de modo a melhorar também o seu produto e serviço que chegam ao consumidor final. A tendência de melhoria acontece neste sentido, pois com a globalização e o aumento do número de empresas a responder às mesmas necessidades dos clientes, estes tornaram-se mais exigentes procurando produtos de qualidade ao menor preço possível. Isto leva a que as organizações lutem por aumentar a qualidade da sua oferta, mas, ao mesmo tempo, ao menor custo possível. Este equilíbrio é uma das dificuldades com que as empresas se deparam e, segundo (John T. Mentzer, 2001), as organizações encontram-se focadas em ter produtos que acrescentem valor para o cliente, através da logística, como forma de se manterem competitivas.

Neste sentido, todos os setores de uma empresa são alvo de tentativas de melhoria para que os seus processos sejam otimizados e o desempenho dos colaboradores seja melhorado. Para que deste modo, no fim, a empresa consiga a satisfação do cliente assim como a redução dos custos (Miguel, 2018).

O objetivo principal de uma empresa é sobreviver no mercado, através da obtenção de lucro. Para que tal se verifique existe uma constante preocupação com a melhoria contínua e aumento da rentabilidade da empresa. Sendo que está inerente ao processo logístico uma grande parcela dos custos totais de uma empresa, torna-se numa área de elevada importância para a organização. Desse modo, é necessário investir em estudos acerca da mesma, na tentativa de melhoria dos processos e funções assim como minimização dos seus custos e, consequentemente, dos custos totais da empresa.

O departamento logístico detém uma elevada importância dentro de uma empresa, pois é responsável por uma elevada percentagem dos custos da mesma, devido em grande parte ao transporte logístico. Além disso, constitui também um dos setores encarregue de tomar decisões que englobam toda a cadeia de abastecimento da empresa, pois trabalham diretamente com entidades desde os fornecedores até aos clientes finais.

A principal prioridade da empresa é a venda de combustível, e para tal necessita de o distribuir por todo o país até aos locais pretendidos. Tal é feito maioritariamente através de várias empresas de transporte subcontratadas, encarregues de distribuir o combustível pelos pontos de entrega. Assim sendo, o transporte dos produtos é um fator indispensável à empresa, e como tal os custos associados ao mesmo são também um grande foco do departamento logístico, dado que representam uma considerável fração dos custos deste setor.

A distribuição é realizada por transportadoras subcontratadas especializadas, que através de cisternas próprias realizam as viagens, de acordo com as indicações providenciadas pelo departamento logístico. O transporte é feito desde o centro de expedição (CE), onde se encontram armazenados os produtos a serem expedidos para os clientes, até aos pontos de entrega. Sendo que cada viagem tem um custo, este depende da quantidade transportada e o raio dentro da qual vai ser entregue. O sistema de raios utilizado pela empresa, baseia-se na distância do centro de expedição (CE) ao local do cliente ou posto próprio a abastecer. A partir de cada CE existem zonas limitadas por raios, e cada local num determinado raio é tabelado de forma igual aos demais dessa fração do mapa. Assim, o raio tem valores tabelados entre 1 e 5, os quais dependem e aumentam consoante o aumento dos quilómetros percorridos. Aproximadamente, a cada 50 quilómetros percorridos na mesma direção, o valor do raio aumenta. Assim sendo, quanto maior for o valor do raio, mais elevado é o custo.

Tendo em conta que cada transporte realizado tem um custo associado, um dos grandes esforços do departamento é a redução desses mesmos custos, através da aplicação de melhorias e alterações da situação atual. No entanto, esse esforço não estava a ser conseguido, deparando-se a empresa com custos de transporte demasiado elevados para o trabalho realizado, motivado pelo método de custeio aplicado.

1.1. Objetivos do Projeto

A equipa do departamento logístico lida com as empresas de transporte diariamente, pelo que tem a melhor noção do panorama atual quanto ao serviço prestado pelas mesmas. Observando a evolução da empresa ao longo dos anos, e o aumento da rede de clientes localizados em novas posições geográficas, aperceberam-se que o sistema de custeio, implementado no início da Prio, já não estava alinhado com os objetivos da mesma. O método de custeio aplicado às transportadoras contempla o sistema de raios mencionado anteriormente, que aquando da sua implementação, foi pensado para que não houvesse um controlo rigoroso dos quilómetros percorridos pelos veículos das transportadoras. Embora simplifique o trabalho de controlo, cria uma disparidade entre os

custos reais da transportadora e os valores pagos pela Prio. Em certas situações é custeado em demasia e noutras é custeado abaixo do que seria adequado, sendo o custo de carga obtido pela multiplicação da quantidade a entregar pela tarifa desse raio. Além disso, os fatores de otimização da Prio são diferentes dos das transportadoras. Assim, surge a necessidade de um novo método que aproxime os objetivos de otimização da Prio, transportadoras e pontos de venda.

Portanto, o trabalho a realizar passa inicialmente pelo estudo dos custos de transporte atuais, seguindo-se a alteração das tarifas praticadas assim como adição de novas variáveis ao custo. O objetivo é a otimização das rotas de distribuição através da minimização dos custos e distâncias, pelo que no fim é realizada uma análise quanto aos resultados obtidos, verificando-se se a alteração é capaz de reduzir os valores despendidos com o transporte.

1.2. Metodologia

Para a realização do trabalho desenvolvido, é necessário a realização de uma análise de custos das transportadoras. O propósito da análise é a obtenção de resultados consistentes no que diz respeito aos quilómetros percorridos, quantidades transportadas e os respetivos custos inerentes. Isto é, resultados coerentes com a realidade atual da empresa, para que com esses dados seja possível comparar os cenários atual e o que se pretende obter num futuro próximo. Para a realização da análise de custos, primeiro é essencial recolher toda a informação necessária acerca do transporte dos produtos. Havendo várias maneiras de o fazer, neste caso, são contactados os colaboradores encarregues dos transportes assim como recolhida informação a partir dos documentos existentes no departamento ou com os próprios colaboradores.

Através da análise é possível retirar conclusões acerca das distribuições realizadas numa dada janela temporal, que servem de meio de comparação para a elaboração de propostas para a alteração das tarifas do método de custeio aplicado. Inerente à alteração do método está uma fase de negociações entre a Prio e as transportadoras. Durante o decorrer desta fase, e para que seja possível a sua concretização, são realizados testes de desempenho das propostas para o método, de forma a poder avaliar as mesmas. No fim, às transportadoras com as quais se consiga chegar a um acordo, é-lhes proposto a implementação do novo formato.

Paralelamente tem-se a elaboração de uma matriz de distâncias, ferramenta que permitirá a aplicação do novo método de custeio no que diz respeito à minimização dos quilómetros percorridos.

Finalmente, procede-se à realização de testes do novo método, para de seguida ser possível passar à sua implementação. Tal como os testes anteriormente mencionados, estes têm também

como objetivo a comparação entre a situação que se tem no início do projeto e a que se pretende obter até ao fim do mesmo, a nível de custos. Verificado o bom desempenho das alterações implementadas, que minimizam os custos de distribuição assim como as distâncias percorridas, é possível conseguir a otimização das rotas de distribuição.

1.3. Estrutura do Relatório

O documento está dividido em oito capítulos consoante os temas que são abordados.

No capítulo 2 é apresentada a revisão da literatura, ou seja, o enquadramento teórico, no qual são abordados os temas e aspetos teóricos relevantes para uma melhor compreensão de todo o tema do projeto. Aqui foram aprofundados assuntos relativos à logística, ao *outsourcing*, à indústria do combustível e aos problemas de rotas de veículos.

No capítulo seguinte é contextualizado o projeto prático em estudo no que diz respeito à empresa onde foi realizado, sendo também explicada a situação logística atual. Esta inclui o método de custeio das transportadoras que constitui o foco do projeto, assim como as condições que se pretendem atingir com o novo método.

No quarto capítulo é abordado o projeto prático em si. Esta capítulo possui uma explicação detalhada de todo o desenvolvimento que houve ao longo da elaboração do trabalho, como os processos e etapas que foram realizados, no fim culminando no objetivo final proposto.

No capítulo seguinte é elaborada uma comparação entre a situação atual e a futura pretendida, enquanto são apresentados os resultados obtidos para ambas as situações.

O sexto capítulo possui duas secções, em que em cada uma é apresentada uma ferramenta. Estas complementam o trabalho final obtido com o projeto e vão auxiliar na tomada de decisões e automatização das mesmas.

No sétimo capítulo são retiradas as devidas conclusões acerca do trabalho realizado e resultados obtidos. Além disso, é elaborada uma sugestão de trabalho futuro que contribuirá para o trabalho do departamento logístico.

2. Revisão da Literatura

Nas secções seguintes são abordados diversos assuntos teóricos relacionados com o trabalho logístico assim como o mercado dos combustíveis. Isto permite um mais correto entendimento do projeto apresentado assim como do departamento logístico e respetivas atividades.

2.1. Logística

A logística encontra-se presente no dia-a-dia do ser humano desde os tempos mais remotos. Apesar de não ter tido desde sempre um conceito definido possuiu uma crescente importância, em diversas áreas, até ao presente.

Segundo (Neeraja, Mehta, & Chandani, 2014) a invenção da roda foi o ponto de partida da logística no que diz respeito ao movimento e transporte de materiais entre locais. Deste modo, com a evolução da logística, as populações começaram a sair das zonas rurais onde habitavam, perto da origem das matérias primas, passando a viver nas zonas urbanas. Assim, começa a ser mais praticado o transporte de materiais entre locais.

No sentido lato, o termo Logística é utilizado para explicitar todos movimentos realizados de produtos e informações, entre duas localizações distintas, da forma mais otimizada possível. Todavia, é importante realçar que, desde os seus primórdios, a logística foi desenvolvida para fins na área militar, estendendo mais tarde a sua aplicação também para o meio empresarial. Naturalmente, isto conduziu a alterações no seu vasto leque de atividades, nomeadamente relacionadas com bens, serviços e informação (Lummus et al., 2001).

É, pois, durante a segunda guerra mundial, que a logística realmente revela o seu imprescindível papel, através da aplicação das cinco componentes logísticas que mantém ainda na atualidade, aplicadas ao intenso transporte de alimentos, pessoas e medicamentos:

- Abastecimento;
- Transporte;
- Manutenção;
- Evacuação;
- Hospitalização de feridos

A área militar foi deveras marcante para o desenvolvimento logístico e para como é aplicada nas empresas e organizações atualmente (Domingos & Sardinha, 2017).

O seu crescimento tem sido contínuo, pois tal como referido em (Neeraja et al., 2014), até ao presente a logística tem vindo a adquirir um significado cada vez mais amplo. Esta é empregue nos negócios, encontrando-se presente em todo o movimento de material, desde os fornecedores até aos produtores, e mais tarde dos produtos acabados até aos consumidores.

Além do ramo empresarial, a relevância da logística tem vindo a aumentar também ao nível académico. Tal deve-se ao facto de ter havido uma grande evolução dos mercados de trabalho e da própria logística, sendo já reconhecido o impacto crucial que esta pode ter para obter vantagem competitiva, segundo defende (Martin, 2011).

Os eventos impulsionadores do estudo mais profundo da logística enquanto estratégia baseiam-se na crescente globalização e no aumento da competitividade entre as várias organizações (motivada pela crescente exigência por parte dos clientes finais quanto à qualidade do produto e do serviço) (Fernandes, 2008).

A logística é responsável pela otimização do fluxo de materiais e informação entre toda a organização e as suas operações para o cliente, ou seja, entre toda a cadeia de abastecimento. O Council of Logistics Management (CLM) em (Neeraja et al., 2014) define logística como a fração da cadeia de abastecimento encarregue de planejar, implementar e controlar o eficiente e efetivo armazenamento e fluxo de produtos, serviços e respetiva informação, em ambas as direções da cadeia, desde o ponto de origem até ao ponto de consumo, de modo a satisfazer os pedidos dos clientes.

As funções logísticas podem ainda incluir o aprovisionamento dos produtos, o planeamento da produção e tarefas, embalagem, montagem e serviço ao cliente. O planeamento e execução possuem três níveis: estratégico, operacional e tático. Estes interrelacionam-se, permitindo a coordenação e otimização entre todas as atividades logísticas e as restantes relacionadas com o desenvolvimento do produto, tais como marketing, vendas, produção e finanças (Fernandes, 2008).

Segundo (Domingos & Sardinha, 2017), a logística deve concretizar uma série de objetivos de forma a conseguir desempenhar as suas funções corretamente. Neste sentido, passam por conseguir dar uma resposta rápida ao cliente e nos prazos que são estabelecidos assim como procurar a satisfação do cliente quanto às suas necessidades. Além disso, de acordo com Bowersox e Closs no artigo (Domingos & Sardinha, 2017), é também referido que devem ser mantidos standards quanto à qualidade dos produtos e serviços, assim como procurar ter em stock apenas o mínimo necessário, incrementar o ciclo de vida dos produtos e serviços e otimizar os processos para sejam mais competitivos.

A cadeia de abastecimento é um conjunto de funções e instalações interligadas cujo objetivo é a distribuição dos produtos acabados para o cliente ao menor custo possível, através da procura e transformação de materiais em produtos intermédios e acabados (Ram Ganeshan, 1999). Ou seja, baseia-se num conjunto de relações e decisões em ambos os sentidos da cadeia desde os fornecedores até aos clientes, de modo que seja fornecido ao cliente um produto com o maior valor possível para o mesmo, ao menor custo possível. A cadeia de abastecimento é uma extensão do pensamento logístico, pois a gestão logística está primeiramente focada em otimizar os fluxos da organização, enquanto que a gestão da cadeia de abastecimento reconhece que apenas a otimização interna não é suficiente (Martin, 2011).

É então assim possível compreender a importância da logística, dado que se encontra presente ao longo de todo o processamento do produto ou serviço, desde a sua produção até ser entregue ao cliente.

Este tema pode ser abordado através de diferentes pontos de vista. Um deles é uma visão tradicional (visão funcional) de acordo com (Beamon, 1999), em que os materiais, informação e recursos desempenham diferentes funções ao longo do processo, com a finalidade de satisfazer as carências dos consumidores, assim como de cada ponto da Cadeia Logística. Deste modo, esta visão foca-se, principalmente, na otimização do fornecimento das matérias-primas para a produção dos produtos e distribuição dos mesmos para os consumidores (Figura 1).

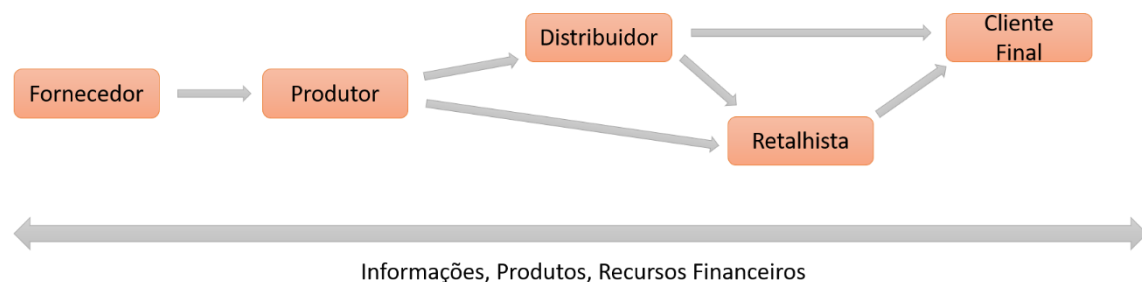


Figura 1 – Visão tradicional da cadeia logística

Por outro lado, a perspetiva denominada de visão atual, segundo Kopczak e Johnson no artigo (Fernandes, 2008), defende que na Cadeia Logística não existe apenas uma sequência de processos e intervenientes que colaboram coletivamente. Mas sim que as responsabilidades estão afetas a cada colaborador e não são iguais para todos. A título de exemplo, o produtor apenas está envolvido no desenvolvimento do produto e o retalhista no envio do mesmo para os clientes.

A crescente competição e aumento da diversidade de oferta de produtos, por consequência fazem aumentar a procura pela satisfação e preferência do cliente. Tem-se muitas organizações a responder às mesmas necessidades de clientes, o que torna ainda mais difícil equilibrar o nível de qualidade dos produtos ou serviços fornecidos aos clientes com os custos operacionais para os obter. Este balanço é extremamente importante pois, de acordo com (Zoppei, Santos, & Vinotti, 2015) um dos maiores desafios com que uma organização se depara passa pela procura desse equilíbrio, entre os custos gerados pelas operações logísticas e o nível de serviço. Deste modo, as empresas podem-se diferenciar entre elas focando-se na área logística. Visto que se encontra presente em toda a cadeia, é das áreas que melhor permite reduzir os custos enquanto se cria vantagem competitiva, fornecendo aos clientes um serviço mais eficiente e rápido comparativamente à concorrência.

Atualmente, devido à enorme variedade de produtos e serviços disponíveis por todo o mundo, os consumidores estão-se a tornar mais exigentes na procura do melhor produto/serviço possível. Assim, os serviços providenciados pela logística prestam a maior atenção à satisfação do cliente sendo esta um indicador da avaliação do desempenho logístico. Tal como referido em (Teresa & Evangelos, 2015), a medida de satisfação do cliente é uma das maiores preocupações de qualquer organização de negócios. Isto é justificado pela filosofia orientada ao cliente e pelos princípios de melhoria contínua das empresas modernas. No entanto, conseguir a satisfação do cliente ao menor custo possível, sendo que a competição está presente em todos os setores, é um grande desafio para as organizações. Tal como mencionado em (Neeraja et al., 2014), os negócios do século 21 só conseguem sobreviver e serem bem-sucedidos se forem capazes de combater os desafios do presente relativamente à logística.

2.1.1. Custos Logísticos

De acordo com (Neeraja et al., 2014) a logística possui vários fatores e custos que lhe estão associados, que podem ser classificados em externos, como é exemplo a globalização, e em internos, como a qualidade do serviço prestado ao cliente.

Segundo o argumento de (Domingos & Sardinha, 2017), no atual contexto empresarial as organizações deparam-se com uma extrema competição. De modo a conseguirem obter lucro, assegurar os clientes e manter-se no mercado, dependem da máxima otimização dos seus custos. A logística é influenciada pelas condições com que a organização se depara, o que pode incrementar os custos logísticos, se essas forem a crescente competição internacional, alterações nos consumidores e naquilo que procuram e a crescente carência dos recursos. No entanto, a logística

não gera apenas custos, gera também lucro pelo que é importante entender o impacto que as decisões logísticas podem ter no que diz respeito aos custos e margens de lucro das empresas (Martin, 2011).

Além dos mencionados, existem outros custos e fatores inerentes à logística, como custos de transporte, de inventário, de processamento e todos estes influenciam as funções logísticas, pelo que é importante tê-los em conta.

De um modo geral, os custos logísticos são um fator importante no que diz respeito à estimulação do comércio. As diferenças que predominam nos custos de produção consoante o país ou as regiões de um mesmo país, determinam o comércio nesses locais. Isto pode ser uma fonte de vantagem para certas zonas em termos de custos, comparativamente com os custos logísticos de transporte de produtos que poderiam ser necessários entre os locais (Domingos & Sardinha, 2017).

2.1.2. Transporte Logístico

Como foi já referido, na atualidade e nos comércios, a logística é vista como um instrumento de negócios que permite entregar produtos e serviços aos consumidores, em qualquer lugar, a qualquer hora e nas quantidades necessárias. No entanto, segundo (Grazia Speranza, 2018), para tal são necessários o transporte logístico e a gestão do mesmo, que constituem uma parte da logística para o desenvolvimento dos produtos e serviços.

Os transportes utilizados nos na atualidade não são os mesmos de antigamente, e tanto as pessoas como os produtos têm à sua disposição um maior número de possibilidades para se movimentarem. O transporte e a logística desde sempre estão interligados, evoluindo desde as linhas rodoviárias no início do século IXX, o avião em 1903 e os contentores marítimos em 1956 com um grande impacto no transporte marítimo. Todas as frotas de veículos, como também são exemplo os camiões, comboios, navios, entre outros, têm de ser coordenadas quanto às suas rotas e horários, de forma a que os seus serviços sejam otimizados e eficazmente executados.

A flexibilidade de entrega e disponibilização dos produtos, proporcionada pela logística e pelo transporte, está diretamente relacionada com a satisfação do cliente. O consumidor fica apto para optar pela localização ou pelo momento que lhe for mais conveniente para utilizar um serviço ou obter um produto.

A evolução dos transportes traz novas funções e oportunidades de inovação na área, mas também custos inerentes para a realização do serviço que é prestado.

Segundo Bowersox & Closs em (Domingos & Sardinha, 2017), as principais funções do transporte são a movimentação e a reposição do stock do produto. A movimentação dos materiais

consiste no transporte dos produtos entre dois locais. A reposição de stock é o armazenamento temporário dos produtos, no caso em que é mais económico carregar produtos durante o transporte em vez de o fazer apenas no início e fim da viagem.

Associado ao transporte de produtos estão intrínsecas as economias de escala e de distância, que influenciam a gestão do transporte. A economia de escala é conseguida quando se tem diluição dos custos de transporte (fixos) pelo peso da sua carga, sendo que quanto maior for a carga para um mesmo custo fixo de transporte, maior será a economia de escala. Por outro lado, a economia de distância depende da distância percorrida, sendo que quanto maior a distância maior será a dissolução dos custos de transporte (fixos), de acordo com Bowersox & Closs em (Domingos & Sardinha, 2017).

2.2. *Outsourcing*: o que é, vantagens e desvantagens

Tal como referido anteriormente, as organizações lidam com um elevado nível de competição, pelo que constantemente necessitam de melhorar e superar a sua concorrência de modo a se destacarem no mercado em que estão inseridas. Para isso, segundo (Agus, Hassan, & Ahmad, 2008), à medida que a competição global aumenta, os processos de negócio devem estar mais envolvidos com o trabalho dos seus fornecedores e clientes.

A fim de atingir esse objetivo, as organizações podem optar por diversas técnicas, tal como a inovação de produtos ou serviços numa versão melhor de si mesmos de forma a melhor satisfazer as necessidades dos clientes. Como dito em (林伸行, 2017), a inovação tem prestado um papel importante no desenvolvimento das organizações, assim como a logística se tem desenvolvido com a evolução da inovação.

Tendo em conta os motivos já apresentados quanto à importância da logística nas organizações e na construção de vantagem competitiva, uma maneira de melhorar e inovar no que diz respeito ao transporte/distribuição logístico(a), é recorrendo ao *outsourcing*. (Ashley, 2008) define *outsourcing* como a alocação de risco e responsabilidade a outra entidade para desempenhar uma função ou serviço. O transporte efetivo e eficiente de produtos e serviços até aos clientes, está a tornar-se imprescindível para o sucesso das empresas (Tayauova, 2012).

A decisão estratégica de recorrer ao outsourcing acontece quando a entidade externa é especializada e apresenta condições para desempenhar um serviço mais eficiente do que a organização que contrata. *Portanto, o outsourcing* proporciona novas oportunidades e cria hipóteses para aceder à maioria dos recursos existentes nos diversos mercados. No entanto, a

empresa que contrata necessita avaliar os seus processos para decidir se existe necessidade de os exteriorizar, mediante quais irão gerar mais vantagens. Constitui, portanto, um processo bastante vantajoso para cada uma das empresas, a que contrata e a contratada, pois permite a cada uma focalizar os seus recursos para o desenvolvimento de competências chave, como defende (Tayauova, 2012). Assim, certas atividades são delegadas a organizações que as consigam executar melhor, a um custo menor e mais rapidamente. Esta modalidade pode ser dividida em outsourcing interno e externo, dependendo do nível de controlo que existe sob a função segundo (Tayauova, 2012). Outsourcing interno baseia-se em alterações no sistema de negócio ao nível das funções desempenhadas, de forma a evitar a perda de controlo sob as mesmas. Por outro lado, outsourcing externo consiste em delegar a responsabilidade de executar certas funções a uma entidade externa, por outras palavras, adquirir no exterior uma fração da cadeia de valor.

Algumas vantagens, baseadas no artigo (Tayauova, 2012), para as organizações que enveredam por esta estratégia e se esta for eficaz, serão:

- aumento da flexibilidade, pois podem prestar serviços em novas áreas para as quais anteriormente não tinham competências;
- acesso a novos recursos;
- divisão dos riscos com a entidade subcontratada;
- possibilidade de a organização se focar nas competências chave do negócio (assim como nas restantes) e deste modo melhorá-las providenciando um melhor serviço ao cliente;
- redução de custos de produção do produto final, pois cada entidade trabalha naquilo que faz melhor sem ser aplicado esforço adicional e sem investimento na aprendizagem de novas atividades, fator que permite a diversidade dos produtos.

Por outro lado, existem também desvantagens, tais como:

- perda de controlo das atividades que ficam a cargo da empresa contratada;
- problemas de qualidade sendo que a empresa que contrata já não tem total controlo do processo;
- alguma ameaça à confidencialidade do produto ou serviço.

Cada organização é um caso único, pelo que cada uma deve avaliar e estudar os seus processos de forma a concluir se faz sentido recorrer ao outsourcing, e se sim, em que situações o fazer. Assim, utiliza-se três teorias para apoiar essa decisão, afetas à maioria dos estudos, nomeadamente a Vista baseada em recursos, a Teoria das competências chave e a Teoria do custo de transação. A primeira teoria, segundo (Tayauova, 2012), é construída a partir da proposição de

que uma organização que careça de recursos e capacidades que acrescentam valor, sejam raras e inimitáveis, deve procurar uma entidade fornecedora que possa complementar a empresa. A teoria das competências chave defende que as atividades que sejam chave para a organização não devem ser exteriorizadas, permanecendo a cargo da mesma. Por outro lado, as atividades que não sejam críticas para a obtenção e sustentação de vantagem competitiva, deve ser considerado o *outsourcing* das mesmas a entidades que as podem fornecer a um menor custo. Por último, a Teoria da transação de custo tem como objetivo facilitar a análise de custos, (Tayauova, 2012), custos de planeamento, adaptação e monitorização da conclusão de tarefas sob estruturas de governo alternativas.

2.3. Indústria do combustível

Os diversos recursos existentes no planeta são, e sempre foram usados para a sobrevivência dos seres vivos. Os combustíveis fósseis não são exceção tendo havido, com o decorrer do tempo, uma evolução do óleo e do gás assim como das suas várias aplicações, tendo-se tornado parte integral da economia mundial (BERA, The Library of Congress, 2019). Anteriormente, possibilitou às civilizações antigas obterem uma forma de unir materiais, ter asfalto para embutimento dos mosaicos nas paredes e construir estradas (BERA, The Library of Congress, 2019).

Desde os anos 50 tem-se verificado um grande aumento no consumo destas matérias, motivado pelo grande crescimento e expansão da indústria automóvel, que conduziu a um aumento da necessidade de gasóleo. Por volta de 1970, com o rápido crescimento do consumo de petróleo, era estimado que os recursos petrolíferos estivessem extintos no ano de 2000. Apesar de tal não se ter verificado, é uma matéria cada vez mais escassa no planeta (BERA, The Library of Congress, 2019).

Como em muitas outras áreas do conhecimento humano, também no que toca aos combustíveis tem-se verificado uma enorme evolução. Fontes de energia como o petróleo, carvão e gás natural constituem uma opção com grande eficiência económica para providenciar energia para as habitações, indústrias e para os transportes. Os Combustíveis derivados do petróleo são, de entre os que têm utilização rodoviária, os mais utilizados no conjunto de produtos que resultam do processo de destilação do crude (APETRO, 2018). A sua elevada percentagem de utilização, particularmente na área da mobilidade, é justificada pelas suas vantagens comparativamente às outras fontes de energia. De notar, a sua intensidade energética, a facilidade de armazenamento, a possibilidade de transportar e manusear à temperatura e pressão ambientes, assim como a sua relação custo benefício. Sendo estas as principais vantagens dos combustíveis derivados do

petróleo, fazem com que sejam os mais utilizados mundialmente no dia-a-dia, de acordo com (APETRO, 2018).

No entanto, é essencial encontrar alternativas a estas matérias, que não sendo renováveis têm uma previsão de escassez breve no futuro. Além disso, constituem uma grande fonte de poluição para o meio ambiente. Por estes motivos, e como a preocupação com o meio ambiente é cada vez maior, tem sido necessário encontrar soluções renováveis e sustentáveis que substituam, o mais depressa possível, estas fontes de energia (BERA, The Library of Congress, 2019). É nesse sentido que tem havido um crescente uso das energias eólica, solar, geotérmica, biodiesel, entre outras.

Tal como é referido no artigo (De Oliveira & Coelho, 2017), nos últimos anos a procura por uma alternativa ao combustível fóssil que fosse renovável, sustentável e viável cresceu consideravelmente, e o resultado dessa procura no Brasil foi o biodiesel. De acordo com (De Oliveira & Coelho, 2017), o biodiesel foi a energia, entre os biocombustíveis, com o maior crescimento no Brasil, Estados Unidos e em vários países europeus, havendo um decréscimo no consumo de petróleo. A procura e tentativa de mudança das energias não renováveis para energias renováveis é uma realidade em todos os setores, inclusive o setor automóvel, no qual a adoção de alternativas aos combustíveis fósseis e que mantenham as qualidades dos automóveis é cada vez maior. Segundo (Yeh, 2007), o uso de combustíveis alternativos para os veículos tem sido tida como uma das estratégias mais importantes relativamente aos problemas da dependência energética, qualidade do ar, e, mais recentemente, alterações climáticas. Refere ainda que em 2013 a produção e o consumo mundiais de biocombustíveis aumentou 7%.

No estudo realizado pela APETRO, verifica-se graficamente que, em Portugal, desde 2013 tem-se um decréscimo do consumo de gasolina, enquanto que um aumento das vendas de gasóleo rodoviário (ver Gráfico 1e Gráfico 2). É necessário tentar reverter a tendência do aumento do consumo e por outro lado aumentar o consumo de energias renováveis.

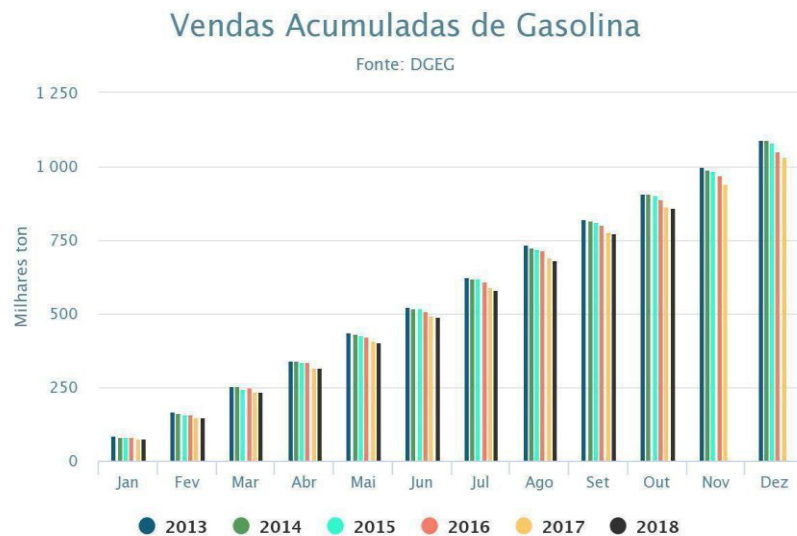


Gráfico 1 – Vendas Acumuladas de Gasolina (APETRO, 2018)

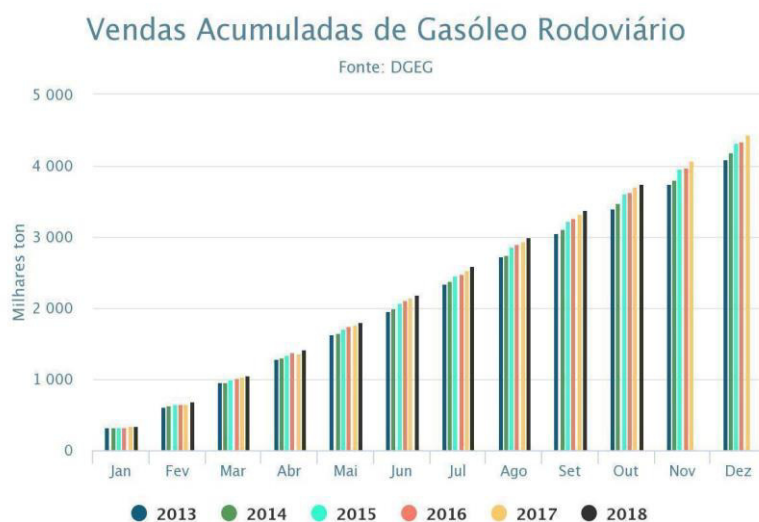


Gráfico 2 – Vendas Acumuladas de Gasóleo Rodoviário (APETRO, 2018)

Neste momento procura-se respostas relativamente ao aumento do rendimento dos motores térmicos e procuram-se soluções para a diminuição dos níveis de consumos energéticos e emissões de gases de escape dos veículos. Estes são os objetivos do presente, novamente segundo a (APETRO, 2018), pois são essenciais para a melhoria da qualidade do ar e para a sustentabilidade do planeta. A procura de respostas que permitam atingir estes objetivos continuará a exigir investigação e inovação, o que irá levar a descobertas nomeadamente de combustíveis capazes de substituir os atuais respondendo aos desafios apresentados.

2.4. Rotas de veículos

Empresas que operam na distribuição de combustível precisam de resolver, diariamente, problemas relacionados com as rotas de distribuição dos veículos, os quais estão dependentes de várias variáveis, como a heterogeneidade da frota dos veículos, múltiplos centros de expedição, janelas temporais, turnos dos condutores, entre outros (Prescott-Gagnon, Desaulniers, & Rousseau, 2014).

Como explicado nos objetivos do projeto, a finalidade do mesmo é a otimização das rotas de distribuição dos veículos que distribuem os produtos. Portanto, para melhor entender a complexidade, restrições e dificuldades deste estudo, assim como as vantagens obtidas através da otimização pretendida, é introduzido neste subtópico o problema de rotas para veículos (Vehicle Routing Problem (VRP)). As empresas otimizam os seus custos de transporte com veículos, atendendo às necessidades dos clientes, conduzindo isto à obtenção de vantagem competitiva. Como visto até agora, são os pilares para o sucesso no mercado atual, assim como defendido também pelos autores (Oesterle & Bauernhansl, 2016). Estes afirmam que, com a competição global enfrentada pelas empresas, os custos, a qualidade e inovação dos produtos oferecidos, são fatores cujo impacto é crucial na aptidão de uma organização competir de modo eficiente no mercado (Oesterle & Bauernhansl, 2016).

No conjunto das preocupações presentes na sociedade atual, existem duas relevantes para este estudo, nomeadamente a poluição ambiental e o custo dos combustíveis, sendo que vigora cada vez mais uma crescente atenção e procura de alternativas que minorem as consequências destes problemas.

O desenvolvimento do comércio e o crescente consumismo foram impulsionadores dos problemas mencionados, pois provocam um aumento da necessidade de distribuição de produtos. Apesar do desenvolvimento económico da sociedade ser devido em grande parte à logística, o transporte logístico das organizações constitui também o principal responsável pelo consumo energético e poluição ambiental dos sistemas de transporte urbanos (Lang, Yao, Hu, & Pan, 2014). De acordo com estatísticas de 2013, o custo do combustível pode aumentar até 50% do custo total das operações para qualquer veículo, e tem tendência a aumentar (Lang et al., 2014).

2.4.1. Problema de rotas de veículos

No cenário de tentativa de otimização das rotas, com o fim de diminuir custos e reduzir a circulação dos veículos ao mínimo necessário, tem lugar o VRP, um problema de otimização combinatória. Apesar de ser estudado há mais de cinco décadas, possui, nos dias de hoje, especial importância como resultado do aumento dos custos associados ao setor logístico.

Além de procurar minimizar os custos inerentes ao transporte, através do número de veículos, consumo energético, distâncias percorridas, entre outras, baseia-se também na determinação de um conjunto ótimo de rotas. Deste modo, além de ambicionar a um melhor serviço satisfazendo as necessidades de um conjunto de clientes, o VRP permite também atender às necessidades de melhoria das organizações e aos problemas ambientais do presente. No entanto, não é um processo fácil, tendo em conta que o VRP é um problema NP-difícil (na teoria da complexidade computacional existem classes de problemas consoante a sua dificuldade de resolução) o que aumenta a dificuldade da sua resolução linearmente com o aumento do número de clientes.

O problema VRP baseia-se no atendimento de um conjunto de clientes através de vários veículos que iniciam a rota nos depósitos, locais que contêm o produto a entregar, e têm uma capacidade limitada, condicionando toda a logística. Ao distribuir os pedidos dos clientes é necessário fazê-lo de modo a que a quantidade total dos pedidos não ultrapasse a capacidade do veículo. O problema de rotas de veículos apresenta várias restrições desde as características dos veículos, clientes e produtos, até à qualidade e condições da entrega do produto ou serviço, o que origina várias variantes do VRP.

Para o estudo em causa, uma das vertentes do VRP que pode ser aplicada, é o problema de rotas de veículos de distribuição de combustível (Oil Delivery Vehicle Routing Problem (ODVRP)). O ODVRP tem em conta várias restrições como as janelas temporais para entrega de combustível aos clientes, os vários centros de expedição onde se encontra armazenado o produto e dos quais as cisternas podem retirá-lo, frotas com diferentes características e os turnos dos condutores. Este problema tem como objetivo determinar as rotas diárias dos veículos de modo a visitar os clientes e cumprir com as entregas diárias necessárias (Prescott-Gagnon et al., 2014).

Na criação e elaboração de algoritmos tem-se dois objetivos fundamentais. O primeiro é que o algoritmo tenha um tempo de execução aceitável e o segundo é tentar obter a solução ótima.

Os autores do artigo, (Prescott-Gagnon et al., 2014), escolheram um caso real na indústria do combustível, onde é explicado o processo de distribuição do combustível com aplicação de

problemas de rotas de veículos. Neste caso, tem-se uma empresa distribuidora que fornece o produto aos clientes, cujos tanques têm capacidades conhecidas pela empresa fornecedora. Assim, para os clientes, cujo stock é gerido pela empresa que distribui o combustível, esta gere e assegura que o cliente tem sempre produto disponível. Os restantes clientes que não se inserem neste grupo são denominados de clientes spot, que fazem os seus próprios pedidos à empresa consoante as suas necessidades, que as satisfazem consoante uma determinada janela temporal. Este é considerado um problema dinâmico, pois todos os dias tem-se clientes com diferentes necessidades a serem satisfeitas.

De modo a programar a distribuição dos produtos, que é sempre feita para o dia seguinte, a empresa utiliza um sistema de previsões baseado no histórico de consumos dos clientes.

O VRP em questão inclui várias variáveis adicionais ao VRP, tais como várias janelas temporais, vários depósitos de produto, frotas heterogêneas, turnos de condutores, denominando-se então de ODVRP. O ODVRP consiste em determinar rotas de distribuição de veículos diariamente, para um conjunto de clientes, de modo a que cada cliente seja visitado periodicamente de acordo com frequências pré-determinadas.

A definição do problema passa por um conjunto de clientes divididos em prioritários e em opcionais com estimativas de futuros desvios na rota, para os quais se quer determinar rotas de distribuição. Estas devem passar em primeiro lugar pelos clientes prioritários e depois pelos clientes opcionais, de modo que os desvios realizados para visitar os clientes não prioritários sejam minimizados. Pode-se considerar a função objetivo que minimiza a soma da distância percorrida e os níveis expectáveis de inventário dos clientes opcionais no fim do dia de trabalho.

O problema é resolvido em duas fases, a primeira em que os clientes são alocados a um dado dia de entrega, e a segunda em que o VRP é resolvido através da construção de uma heurística.

Diferentes heurísticas foram desenvolvidas para resolver o ODVRP, uma Tabu Search (TS), duas Large Neighborhood Search (LNS), dependendo de diferentes heurísticas. A pesquisa por heurísticas quantifica a proximidade a um determinado objetivo. Tem-se três passos fundamentais no processo de escolha de uma heurística, nomeadamente a procura de alternativas, parar a procura quando as alternativas forem encontradas e decidir entre esse conjunto qual a melhor opção.

Deste modo, as heurísticas escolhidas para a resolução do problema foram consideradas as melhores devido à rapidez computacional de produção de soluções (TS) enquanto que a LNS tem sido a mais usada pois é bem-sucedida na resolução de vários problemas VRP.

O principal objetivo do ODVRP é a minimização da distância total percorrida.

Todas as heurísticas selecionadas têm o objetivo de reduzir as distâncias percorridas. Diferenciando-se nos métodos de resolução, a meta heurística TS começa a partir de uma solução inicial e, através de modificações locais, vai melhorando a solução. Por outro lado, a LNS é um método iterativo que remove elementos da solução existente e realoca-os de modo a conseguir uma solução melhor. A segunda heurística LNS é denominada LNS – CG, diferindo da anterior no modo de atuação na fase de reconstrução da rota, no entanto o objetivo é o mesmo, a minimização das distâncias percorridas excluindo os clientes opcionais.

Além desta variante do VRP existem outras aplicáveis ao projeto em questão, tal como a CVRP (Capacity Vehicle Routing Problem) que, tal como a anterior tem determinadas características que a distinguem das restantes variantes. Neste caso, a principal seria a restrição da capacidade dos veículos, que também partem dos depósitos onde carregam os produtos e os vão entregar aos clientes.

3. Contextualização do Projeto

3.1. Apresentação da empresa

O projeto é realizado na Prio Energy SA, empresa fundada em 2006 pelo grupo Martifer, com capital 100% português. Ocupa-se do armazenamento e distribuição de combustíveis líquidos assim como da produção de biocombustíveis.

Foi no ano da sua fundação que se deu início à construção da fábrica de biodiesel e teve início o projeto para a construção do Parque de Tanques situado na Gafanha da Nazaré.

Em 2007 começou a produzir biodiesel, combustível renovável e biodegradável que é adicionado aos combustíveis líquidos, na fábrica de biodiesel, onde é garantida a maior qualidade do produto final. Em 2008 foi inaugurado o Terminal de Receção de navios (TGL), no Porto de Aveiro que tem capacidade para armazenar gasóleo, gasolina, biocombustível, aditivos, slops e 648 toneladas de gás de petróleo liquefeito (GPL), e fazer a sua expedição. O ano seguinte foi marcado pela obtenção pelo TGL da certificação tripla em qualidade, segurança e ambiente, caso único na península ibérica. Em 2015 a Prio integra a Associação Portuguesa de Empresas Petrolíferas (APETRO), atingindo 7% de cota de mercado sendo que em 2017 esta percentagem aumenta para 10%.

A distribuição dos produtos é feita para os postos de abastecimento próprios da empresa (Rede de Postos Prio) e clientes diretos (vendas diretas). A distribuição realizada pela rede de postos Prio trata-se da venda a todos os postos de abastecimento que são geridos pela Prio, que incluem os postos Prio e os pontos Pingo Doce com a imagem da empresa. As vendas diretas abrangem a venda direta dos produtos a clientes, incluindo clientes diretos e/ou revendedores.

A empresa opera em sete áreas de negócio, nomeadamente Vendas diretas, Redes de Postos Prio, Prio Supply, Fábrica biodiesel, Gás, Lubrificantes e Mobilidade elétrica. As três últimas constituem as áreas de expansão em que até ao presente a Prio investe de modo a incentivar o seu crescimento no mercado. Apesar disso, a atividade principal da empresa mantém-se focalizada na distribuição de combustíveis e no aperfeiçoamento dos mesmos.

Os combustíveis líquidos comercializados pela empresa são variados, dividindo-se em dois grupos, em produtos simples (gasolina simples 95, gasolina 98, gasóleo rodoviário) e produtos aditivados. O produto base é o mesmo para os dois grupos de combustível, a diferença entre eles é aquando da incorporação de aditivos, que melhoram o desempenho do veículo, podendo o produto aditivado ser Top Diesel ou Top 95. Além dos referidos, é também feita de igual modo a distribuição de gasóleo agrícola e de aquecimento.

3.2. Departamento Logístico

No que diz respeito ao departamento logístico, ao qual cabe as tarefas relacionadas com a distribuição de combustíveis líquidos, o trabalho é realizado ao longo de diferentes etapas. Assim sendo, é essencial percebê-las de modo a perceber o projeto e o que este pode contribuir para o departamento e para a empresa.

Diariamente, a logística coordena as necessidades dos postos próprios de abastecimentos, postos Pingo Doce e clientes diretos. Os produtos são distribuídos pelos locais através de empresas transportadoras subcontratadas que retiram os produtos dos CE e o fazem chegar aos destinos, o que só acontece devido ao trabalho prévio da logística. A Prio retira produto do seu próprio CE na Gafanha da Nazaré, assim como de outras empresas do mercado dos combustíveis com as quais tem parcerias. Desta forma, está a otimizar as distribuições pois consegue diminuir as distâncias percorridas pelas cisternas. Ao colaborar com outras empresas espalhadas pelo país, a Prio tem a possibilidade de optar pelo CE que melhor otimize a rota de distribuição. Desde os CE de onde saem as cargas até aos pontos de entrega, em termos de minimização das distâncias a percorrer e dos custos de transporte.

No que diz respeito às atividades realizadas pela equipa, o departamento tem funções de:

- 1) aprovisionamento
- 2) gestão da distribuição
- 3) expedição de mercadoria de clientes diretos e fornecedores para faturação
- 4) gestão de encomendas de clientes diretos.

No que diz respeito ao aprovisionamento, esta função está a cargo da receção das encomendas feitas pelos clientes diretos, enquanto são também controlados os stocks de combustíveis dos postos próprios de abastecimento e postos Pingo Doce. Os dois últimos têm um tratamento a nível de necessidades diferente. Enquanto que os clientes diretos gerem os seus próprios postos, comunicando à Prio o que necessitam, os postos próprios e Pingo Doce estão a cargo da gestão da Prio, sendo esta a gerir as necessidades diárias de combustível a levar para esses locais. Por fim, as cargas para o dia seguinte são definidas tendo em conta os três grupos de consumidores.

Por outro lado, a gestão de distribuição é responsável por alocar as cargas às respetivas transportadoras, que estão já definidas aquando do aprovisionamento. Para a realização das suas tarefas necessitam de definir que transportadora vai ficar responsável por cada carga, a hora e o

CE a partir do qual vão ser carregadas as cisternas com os produtos necessários, assim como os horários das entregas dos produtos nos pontos de entrega.

Estas são as atividades do departamento relacionadas com o projeto em questão, pelo que é importante relacioná-las e perceber a sua sequência. Primeiramente, o colaborador analisa as encomendas dos clientes, sempre para o dia seguinte pois todas as decisões acerca dos stocks e cargas são tomadas para o dia que se segue. À medida que as encomendas vão sendo recebidas, é necessário verificar se está tudo correto em termos de pagamentos e contas entre a empresa e os clientes, caso contrário a encomenda não pode ser concretizada. Posteriormente a esta tarefa, é feita a gestão de stocks dos postos próprios da Prio e postos Pingo Doce. Esta tarefa consiste em analisar a capacidade ainda disponível para venda de cada tipo de produto, dos tanques de cada posto. Isto porque, como não podia deixar de ser, um dos objetivos do departamento é abastecer todos os pontos de modo que o combustível existente seja suficiente para satisfazer as necessidades dos consumidores. É com base na gestão dos stocks e no histórico da média de vendas semanais, que se prioriza quais os locais necessários abastecer no dia a seguir. Tendo isto, é necessário então satisfazer diversos pedidos, conjugando as necessidades dos postos com as encomendas dos clientes e a disponibilidade das cisternas, formando as cargas necessárias. As tarefas de aprovisionamento terminam aqui, e iniciam-se as de distribuição que vai então definir os parâmetros da carga necessários como mencionado anteriormente. Sendo estes as horas de carga e descarga, a transportadora e o CE. De modo a agilizar o trabalho, este processo é realizado por diferentes colaboradores, cada um encarregue de uma zona diferente do país.

3.3. Apresentação do problema

A Prio Energy ocupa-se, maioritariamente, do armazenamento e distribuição de combustível pelos postos de abastecimento próprios, postos Pingo Doce e clientes, localizados por todo o país. Estas atividades têm custos associados, sendo que a minimização dos custos despendidos pela mesma são um fator imprescindível para o sucesso da organização.

Os custos de distribuição dos produtos representam uma grande parcela dos custos logísticos totais da empresa. A distribuição é efetuada por empresas subcontratadas para o efeito, logo representa um custo para a Prio. Deste modo, o objetivo é otimizar os serviços de transporte prestados, através da otimização das rotas de distribuição e consequente minimização dos custos de transporte.

A equipa logística é responsável pelo transporte entre os Centros de Expedição e os pontos de venda. Através de uma série de processos para alocação das necessidades dos respetivos

clientes pela frota de veículos das transportadoras, primam pela melhor qualidade de serviço possível e minimização dos custos e desperdícios, quer de tempo como de dinheiro.

A Prio colabora com quatro transportadoras (K, X, Y, Z), três encarregues da distribuição no norte do país e a outra do sul. Atualmente, as viagens (ou cargas) realizadas pelas quatro transportadoras estão sujeitas a um formato de custeio, a partir do qual se obtém o custo de cada viagem. Este depende da quantidade de combustível transportada na cisterna e o raio do local a abastecer relativamente ao CE, sendo que cada viagem está associada apenas a um único centro de expedição.

Assim sendo, o objetivo passa por encontrar um equilíbrio através da alteração do método de custeio atual, inserindo a contabilização das distâncias percorridas e ajustando as tarifas de raios aplicadas. Contudo, é crucial que, não só sejam minimizados os custos do transporte, mas também simultaneamente, seja mantida a qualidade do serviço prestado.

Para uma melhor compreensão do que envolve o método, é explicado de seguida em detalhe os fatores que influenciam os custos da viagem.

3.3.1. Sistema de Raios

O sistema de raios foi implementado no início da Prio. Este tem como objetivo custear as viagens sem que haja um controlo rigoroso dos quilómetros percorridos pelas cisternas, também como forma de tornar mais apelativo, para as transportadoras, a colaboração com a Prio.

O sistema baseia-se nas distâncias entre os centros de expedição que, como referido anteriormente, são os locais de armazenamento dos produtos, e as localidades dos pontos a abastecer. São definidos raios em relação a todos os CE, que vão desde raio 1 até raio 5, sendo que o valor do raio aumenta consoante aumenta a distância do CE até ao local do ponto de entrega (ver Figura 2). Todos os pontos de abastecimento próprios, postos Pingo Doce e clientes diretos têm sempre um raio associado em cada viagem, consoante as suas posições geográficas relativamente ao CE. Dependendo da viagem, o mesmo cliente pode ser abastecido a partir de diferentes CE, de forma a otimizar a carga.

A atribuição de uma fração do custo total de transporte é feita consoante o raio em que cada cliente se localiza. Deste modo, às menores distâncias correspondem os menores raios e os menores custos, que aumentam consoante o aumento da distância relativa ao CE. Assim, tem-se que a fórmula do custo é o fator do custo do raio a multiplicar pela quantidade de produto entregue no respetivo raio.

Portanto, para cargas com vários pontos de entrega, mesmo que a distâncias diferentes do CE, se estiverem na mesma zona delimitada pelos raios, vai-lhes ser atribuído a mesma tarifa do raio.

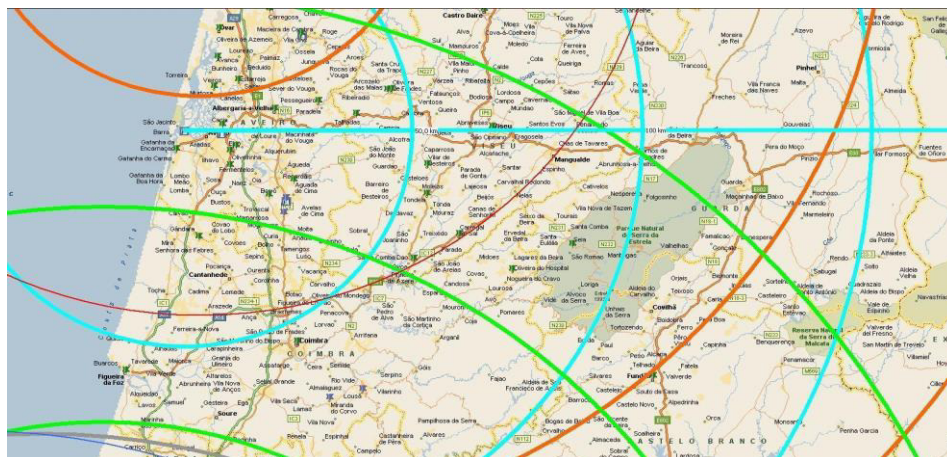


Figura 2 – Sistema de raios – AutoRoute

3.3.2. Carro Fixo e Spot

As transportadoras contratadas pela Prio possuem dois formatos diferentes de cargas, cargas em carro fixo e cargas em spot.

No caso dos carros fixos, são carros em que a Prio compra o seu trabalho mensalmente e que durante esse período de tempo trabalham exclusivamente para a Prio.

Por outro lado, um carro em spot pode fazer uma viagem para a Prio e de seguida realizar uma viagem para outra companhia. Diferem dos carros fixos pois, enquanto que nesse caso se compra um mês de trabalho exclusivo, nos spots compra-se viagens, geralmente, na véspera da sua execução.

Tendo em conta que são serviços diferenciados, as tarifas para cada caso também são diferentes. Dado que o carro fixo é uma cisterna que está sempre disponível para fazer transportes para a empresa, o custo associado é mais elevado. No entanto, apesar de ser um serviço mais caro, são realizadas inúmeras cargas, compensando o investimento.

No entanto, para o estudo foram tidos em conta apenas o tipo de carros em spot das transportadoras. Isto porque apenas existem dois carros fixos, enquanto que os restantes, num número muito mais elevado, são carros spot e, portanto, possuem um maior impacto nos custos logísticos do que os carros fixos.

3.3.3. Transporte Logístico

A tomada de decisões relativas à atribuição das cargas pelas transportadoras requer uma atenção especial, pois o acordo existente entre as mesmas e a Prio não é igual para todas. O mesmo formato de custeio é aplicado a todas as transportadoras, no entanto, os preços associados a cada raio e as suas frotas, que ditam as limitações do número de cargas diárias, diferem consoante a transportadora.

As variantes existentes entre as empresas transportadoras, são o fator principal das decisões diárias de alocação de cargas a cada transportadora. Tendo isso em conta, é possível reduzir os custos despendidos focando-se na redução dos custos associados aos raios praticados.

Outra das fontes de variação passa por determinadas transportadoras praticarem preços mais competitivos para uns raios do que para outros. A título de exemplo, a transportadora X praticar tarifas mais elevadas para raios mais baixos (1 e 2), e tarifas mais baixas para raios mais elevados (4 e 5). Isto faz com que, optar por alocar a esta transportadora as viagens mais longas minimize os custos, no entanto não poderia ser uma situação recorrente pois não seria viável. Se o serviço habitual da transportadora fosse constantemente alterado para outro formato que os prejudicasse e favorecesse a Prio, seria mal visto e poderia dar azo a queixas.

Deste modo a atribuição dos clientes a cada transportadora para a distribuição dos produtos, é feita conforme o interesse da transportadora e da Prio.

Um fator que seria insustentável para a empresa seria se as cisternas apenas fizessem cargas a partir de um único CE, neste caso o parque de tanques próprio que a empresa possui em Aveiro. Para contornar essa situação, a Prio compra combustível a concorrentes do mesmo setor, que têm os produtos armazenados em CE em várias zonas do país, de Norte a Sul. Ao fazer isto, a Prio evita os insustentáveis custos de transporte que teria de suportar se os produtos fossem retirados diariamente a partir de Aveiro para todo o país. Acrescido aos elevados custos, teria também a perda de qualidade do serviço, pois o tempo de entrega dos produtos sofreria um acréscimo. Optando por utilizar outros CE, a empresa diminui os custos e aumenta a qualidade do serviço, tendo a possibilidade de atender mais facilmente clientes localizados em qualquer zona do país. O aumento do leque de possibilidades, geradas pelos vários centros de expedição, juntamente com o esforço para conjugar da melhor maneira os clientes, permite minimizar as distâncias totais percorridas pelas cisternas assim como os custos logísticos.

Portanto, uma das preocupações aquando da alocação de cargas às transportadoras é a escolha do CE. Sendo que existem vários de Norte a Sul do país, é preciso pensar em cada um deles

em conjunto com os clientes a visitar e decidir qual a melhor opção de forma a obter os menores custos possíveis. No entanto, é necessário fazer o balanço entre os custos logísticos provocados pela escolha do CE e a otimização do produto existente em cada um dos mesmos de forma a ter os menores custos de transporte possíveis.

Deste modo, a Prio tendo um parque de tanques próprio em Aveiro com combustível líquido armazenado, necessita de o otimizar. Portanto, para os locais em que seja mais rentável suportar os custos logísticos do que os custos com a compra de combustível, opta-se pelas cargas saírem do CE de Aveiro em vez de se pagar pela compra de combustível a outras empresas. Desta forma, os custos globais da empresa serão beneficiados, sendo que os custos logísticos de transporte serão inferiores aos possíveis custos da compra de combustível. Para os outros locais, as decisões são tomadas com base nas distâncias aos clientes, nos custos da compra de combustível e também nas quantidades mínimas e máximas permitidas retirar por mês a partir de cada centro.

Nos contratos com cada uma das empresas fornecedoras de combustível, consta o intervalo de quantidade (m³) de produto que pode ser expedido mensalmente de cada CE, podendo haver penalizações caso estes valores não sejam respeitados. Esta condição influencia as decisões quanto às cargas, pois pode ser mais benéfico em termos de custos logísticos retirar produto de um determinado CE, mas é retirado de outro devido às restrições de quantidades.

Portanto, a partir do equilíbrio entre os custos de transporte e os de compra de combustível a outras empresas e das restrições existentes, são tomadas as decisões quanto à escolha do CE para expedir o produto para os pontos a abastecer.

Por último, a capacidade das cisternas que transportam os produtos é também uma condicionante, pois a frota de cada empresa transportadora difere entre elas, sendo constituídas por vários carros com capacidades diferentes. A maioria dos carros tem capacidade para 32 m³, existindo também cisternas desde 16 m³ a 35 m³, e o objetivo passa sempre pela máxima otimização da capacidade das cisternas. Além disso, cada cisterna é constituída por compartimentos, que permitem o transporte de diferentes produtos sem que estes se misturem. O compartimento standard utilizado é 11-7-6-5-4-3 (m³). No entanto passa a ser outra condicionante do transporte, sendo necessário ter em consideração, no momento de definição das quantidades de cada produto, quais os produtos e as respetivas quantidades que vão para cada compartimento de cada cisterna.

3.4. Método de Custeio Atual

O formato de custeio atual contempla apenas a quantidade de produto transportada na cisterna e o respetivo raio no qual vai ser entregue determinado volume de combustível. O custo de cada carga pode ser calculado da seguinte forma: $\text{Custo Carga (€)} = \text{Quantidade(m}^3\text{)} \times \text{Tarifa raio (€)}$.

No que diz respeito à transportadora Y, esta utiliza uma fórmula ligeiramente diferente, que inclui um fator de compensação, sendo que o cálculo é feito da seguinte forma: $\text{Custo Carga (€)} = \text{Quantidade(m}^3\text{)} \times (\text{Tarifa raio (€)} + \text{Compensação (C)})$.

Para um ou dois pontos de entrega na mesma viagem o fator de compensação é nulo. A partir desse número e até 6 pontos de entrega, o fator aumenta 0,5€ a cada ponto de entrega, ou seja, com 3 pontos C tem o valor de 0,5€, para 4 pontos o fator é 1€ e assim sucessivamente até 6 locais de entrega. Este fator funciona como uma forma de, não aumentando os preços estabelecidos pois o impacto seria muito elevado para a Prio, conseguir compensar de outra maneira os custos alocados a um transporte, como a carga e descarga dos produtos, desgaste das cisternas, etc.

No entanto, este formato de custeio tornou-se insustentável em muitas situações. Nos casos em que um dos clientes a abastecer se encontra no início de raio 5, por exemplo, irá ter associado o mesmo custo que um cliente que se encontre no limite da área abrangida por esse raio. No entanto, o local no início do raio requer que seja percorrida uma distância muito menor (cerca de 50 quilómetros de diferença em linha reta, podendo ser muito mais se o percurso for feito alterando a direção) do que a necessária até à localidade em limite de raio. Isto constitui um problema, dado que é custeado o mesmo a ambos os pontos, quando é mais dispendioso realizar o transporte até ao cliente que se encontra mais distante do CE. A título de exemplo, uma viagem que seja realizada até aos pontos de venda em Guarda, Belmonte, Covilhã e Fundão, é uma viagem feita sempre ao longo do mesmo raio. No entanto, são percorridos cerca de 75 quilómetros entre as localidades, apenas na viagem de ida, e apesar da distância percorrida é apenas cobrada a tarifa do raio, de igual modo para todas as localidades.

Além disso, tem-se pontos de entrega que, além de se encontrarem em zonas distantes de qualquer um dos CE, submetem com muita frequência encomendas de quantidades muito pequenas e muito inferiores à capacidade do tanque do posto de abastecimento. Estes casos prejudicam o esforço de otimização das cargas, pois não se encontram perto de mais nenhum ponto de entrega com o qual a carga possa ser conjugada. Portanto, uma das grandes lacunas deste método é a falta de contabilização dos quilómetros percorridos.

Nos casos em que a viagem é feita de forma a que os pontos de entrega se encontram em diferentes raios, prevalece o raio mais elevado. Assim sendo, o custo da carga é obtido através da multiplicação da quantidade total transportada pela tarifa do raio maior no qual vai ser descarregado produto.

Deste modo, procedendo à alteração do método de custeio, é possível colmatar problemas como os referidos. Os pontos de entrega que se encontrem nos limites dos raios, principalmente os raios cujas tarifas são mais elevadas, deixam de ter atribuído apenas a tarifa dos mesmos, passando a ter um custo mais elevado que reflete efetivamente o transporte que é realizado. Isto funcionará também como um incentivo à requisição de quantidades mais elevadas de produto e com menos frequência, em vez de quantidades menores com mais frequência, diminuindo o número de viagens. Em sentido oposto, os locais que se encontram em início de raio passam a ter um custo mais baixo, o que se ajusta ao real custo de efetuar estas entregas.

3.5. Novo Método de Custeio

Como explicado anteriormente, o objetivo final do projeto passa pela alteração do método de custeio atual, que será um fator imprescindível à minimização dos custos de distribuição. A aplicação do novo método de custeio passa, simultaneamente, pela alteração das tarifas de cada raio e pela incorporação do custo por quilómetro.

Assim sendo, o custo das cargas passa a estar dividido em custos relativos aos quilómetros percorridos e os custos de quantidade. As tarifas dos custos variam consoante a transportadora.

Na vertente de custos, a fração do custo total que depende dos quilómetros percorridos, multiplica os quilómetros percorridos até ao local pelo preço por quilómetro. Outra porção do custo total, o custo de quantidade, multiplica o preço do raio em que o local se localiza pela quantidade entregue nesse raio. Através da soma destes dois custos obtemos o custo total com o novo método. Esta foi a fórmula mais justa encontrada para o efeito, que relaciona todos os fatores pretendidos e que se traduz da seguinte forma: $\text{Custo da carga (€)} = \text{Quilómetros (km)} \times \text{Tarifa do quilómetro (€)} + \text{Quantidade (m}^3\text{)} \times \text{Tarifa do raio (€)}.$

Para o cálculo da viagem de regresso foi acordado que esta seria igual à viagem de ida desde o CE até ao último ponto, pelo que os quilómetros totais de cada viagem serão calculados da seguinte forma: $\text{Quilómetros totais} = \text{Viagem de Ida (quilómetros)} \times 2.$

As razões que motivaram esta decisão advêm do facto de não ser viável fazer o cálculo da distância percorrida desde o último ponto da rota até ao CE de onde saiu a cisterna, pois nem sempre é essa a trajetória que a cisterna realiza. Esta pode ir retirar produto de outro CE para

realizar outra viagem, quer para a Prio quer para outra empresa. Portanto era necessário encontrar um formato que fizesse sentido tendo em conta a realidade. Assim sendo, considerar o dobro da distância percorrida, no percurso desde o CE até ao último ponto, como a distância total percorrida na viagem, foi aceite por todos. Este formato de contabilização das distâncias serve como meio de compensação e otimização para as transportadoras e para a Prio. Isto sucede, pois em alguns casos, devido à alteração do formato de contabilização das distâncias está-se a incrementar o número de quilómetros percorridos. Isto permite às transportadoras não aumentar o valor das tarifas, obtendo lucro a partir do custo dos quilómetros. As transportadoras, colaborando com várias empresas, tentam otimizar ao máximo os transportes realizados. Deste modo, tanto pode a Prio estar a pagar a viagem de regresso como também pode estar a outra empresa a pagar a viagem, se a transportadora lhe for realizar um serviço de seguida. Apesar de parecer injusto para as empresas, isto constitui uma forma de otimização para a transportadora, e que consequentemente a deixa capaz de praticar tarifas mais baixas. Assim, a Prio fica beneficiada pois um aumento, por muito pequeno que seja, nas tarifas do raio ou do quilómetro incrementa em grande escala os custos de cada viagem. Pelo que é preferível, para os custos totais da empresa, calcular as viagens deste modo, mesmo que em geral sejam contabilizados mais quilómetros. Assim sendo, ambas as partes beneficiam desta situação.

Este formato de contagem dos quilómetros percorridos beneficia a Prio numas viagens e beneficia a transportadora noutras. Pelas razões apresentadas, este foi o método escolhido sendo que tem como objetivo ser aplicado a todas as transportadoras, para que o formato de contabilização dos quilómetros totais seja standard, isto é, igual para todas as empresas de transporte.

A nova forma de custeio, apesar de já contabilizar os quilómetros percorridos e a exata localização do cliente já ser tida em conta, continua a aplicar o sistema de raios. Desta forma, o sistema funciona como um fator de compensação que é aplicado pelas transportadoras e que permite diminuir as tarifas praticadas, o que é benéfico para os custos globais da Prio. Deste modo, as transportadoras utilizam os custos provenientes da aplicação dos raios como um fator de compensação. Este serve para ajudar a pagar o trabalho extra que envolve o transporte dos produtos, como os tempos de carga e descarga dos mesmos, custos com a manutenção das cisternas e, se assim não fosse, as tarifas do quilómetro e do raio teriam de ser aumentadas.

Além disso, se apenas fossem tidos em conta os quilómetros percorridos sem incremento das tarifas, uma viagem a um ponto localizado perto de um CE teria um custo à Prio extremamente baixo, o que causaria prejuízo à transportadora, pois não iria suportar todos os custos. Por exemplo,

uma carga a sair do parque de tanques de Aveiro até um posto de abastecimento na Gafanha da Nazaré custaria sensivelmente 20€ à Prio, o que para a transportadora seria um custo muito pequeno. No fundo, o sistema de raios serve também para definir um mínimo nos custos da carga. Portanto, em vez de utilizar apenas o fator dos quilómetros percorridos para o cálculo do custo, é mantido o sistema de raios desde sempre utilizado. Assim, é possível equilibrar o preço das viagens, não só para as de curta distância, mas também para as de longa distância que não ficarão tão dispendiosas para a Prio, havendo apenas um aumento gradual do preço, à medida que o raio aumenta.

4. Otimização dos métodos de custeio

4.1. Análise de custos das transportadoras

A necessidade de alteração do método de custeio atual advém da necessidade de diminuir os custos despendidos com as transportadoras subcontratadas e do facto de existirem diversas situações em que os custos não são gerados de forma justa, por falhas do método atual. Com vista a proceder à alteração do mesmo, o processo tem início na análise de custos das transportadoras.

A análise de custos das transportadoras, tem como objetivo o estudo da situação atual em termos de custos totais mensais para cada transportadora. Os resultados obtidos permitem analisar novas propostas para a alteração das tarifas avaliando o impacto das mesmas comparativamente aos resultados do presente.

Em primeiro lugar, é preciso recolher a informação necessária para a posterior elaboração da análise. Portanto, são recolhidos todos os dados quantitativos e qualitativos necessários juntamente com os responsáveis pelos transportes, assim como em documentos recebidos, por parte das transportadoras, acerca de todos os transportes realizados, nomeadamente:

- números de carga
- data e hora de entrega
- quantidades transportadas
- centro de expedição
- pontos de entrega
- respetivos raios
- distâncias percorridas
- entre outras

Para o estudo, apenas são utilizadas as informações relativas a junho, julho e agosto, os três meses anteriores à data do início da análise, já constituindo uma amostra capaz de avaliar a situação atual.

Seguidamente, é necessário verificar a informação enviada pelas transportadoras, neste caso, para confirmar os quilómetros percorridos reportados e verificar se existiam viagens cujas distâncias estivessem em falta. Assim sendo, após a verificação de todas as viagens realizadas em junho, é enviado de seguida um pedido à transportadora, a explicar a necessidade dos quilómetros em falta. Após receção da informação pedida, ainda havendo distâncias em falta, estas são obtidas através de pesquisa, nos meses anteriores a junho, por viagens com o mesmo centro de expedição e mesmos clientes a atender, utilizando-se a distância dessa viagem para a que se encontra em falta

na análise. Esta pesquisa não é a primeira opção sendo que pedir às transportadoras é o método mais preciso, pois apesar de se tratar da mesma viagem em ambos os meses, por vezes as transportadoras reportam valores superiores ou inferiores aos verdadeiros, devido, por exemplo, a erros de cálculo ou lapsos na transferência de informação.

Após obtidos os quilómetros reportados, são pesquisadas as mesmas distâncias no Google Maps, de forma a possibilitar a comparação e verificação dos quilómetros reportados. As distâncias são contabilizadas para cada viagem, desde que a cisterna sai do centro de expedição e visita todos os clientes da forma a realizar a rota mais curta possível. A distância total da viagem, é igual ao dobro da distância da viagem de ida (desde o CE até ao cliente final). De notar que, ao longo de todo o relatório são utilizados os quilómetros reportados e os quilómetros do Google Maps. Esses quilómetros são, respetivamente, os reportados pelas transportadoras e os obtidos pela Prio no Google Maps.

Tendo sido obtidas ambas as distâncias para os três meses e organizada a informação num documento, é feita a comparação entre os quilómetros totais percorridos em cada mês por cada transportadora.

Após obtida e organizada a informação referente às distâncias passa-se aos cálculos relativos aos custos com o transporte, nomeadamente o preço por quilómetro (€/km) e preço por quantidade (€/m³).

O custo dos quilómetros é obtido multiplicando o número de quilómetros percorridos durante a viagem pelo preço por quilómetro ($\text{Custo KM} = \text{quilómetros} \times 0,48\text{€}$). Como os quilómetros considerados são os totais da viagem, estes estão repetidos quantas linhas a carga tiver, sendo que cada ponto de entrega é uma linha no Excel. Portanto, cria-se um contador para obtermos os quilómetros por linha.

O cálculo seguinte é relativo à quantidade transportada, multiplicando a quantidade pela tarifa do raio no qual o respetivo produto é descarregado ($\text{Custo QT (€)} = \text{QT (m}^3\text{)} \times \text{Tarifa do raio(€)}$). O custo total da viagem é a soma dos dois custos.

Na Tabela 1 é de reter a conjugação de todas as informações obtidas e trabalhadas, a partir das quais foram testadas as propostas a fazer às transportadoras e, através dos resultados obtidos, é escolhida a melhor hipótese.

Tabela 1 - Resultados da análise de custos

		Quantidade(m3)	Nº Cargas	KMs Reportados	KMs Maps	Diferença KMs	Custo Antigo	€/m3 antigo	€/KM Rep Antigo	Custo Maps	€/m3 Maps	€/KM Maps	€/KM Maps Antigo
Y	Junho	2 663,82	644	28738	26 289,40	2 448,60				22 541,38 €	8,46 €	0,86 €	0,86 €
	Julho	3 624,650	787	33247	28051	5196				25 185,00 €	6,95 €	0,90 €	0,92 €
	Agosto	4 299,351	846	43418	39775	3 643,00				34 805,97 €	8,10 €	0,88 €	0,86 €
	Total	10 587,824	2 277	105403	94 115,40	11 287,60				82 532,35 €	7,80 €	0,88 €	0,88 €
X	Junho	18 570,086	2472	116238	111271,2	4 966,80				110 487,27 €	5,95 €	0,99 €	0,99 €
	Julho	18 234,310	2459	112558	107176,9	5 381,10				107 808,25 €	5,91 €	1,01 €	1,01 €
	Agosto	18 691,860	2513	117225	113862,8	3 362,20				112903,2608	6,04 €	0,99 €	0,99 €
	Total	55 496,256	7444	346021	332310,9	13 710,10				331 198,79 €	5,97 €	1,00 €	1,00 €
Z	Junho	29 820,005	3868	223827,25	229814,9	-5987,65				207 861,42 €	6,97 €	0,90 €	0,80 €
	Julho	31 180,920	994	64234	68245	-4011				338 120,98 €	10,84 €	4,95 €	3,01 €
	Agosto	30 432,480	4292	239223	244801,2	-5578,2				324 132,93 €	10,65 €	1,32 €	0,80 €
	Total	91 433,405	9154	527284,25	542861,1	-15576,85				870 115,33 €	9,52 €	1,60 €	1,07 €

Na Tabela 1 constam os resultados obtidos com a análise, a partir da qual é possível concluir que existe sempre disparidades entre os quilómetros de cada mês, fazendo a diferença entre os quilómetros reportados e os quilómetros da Prio. Nomeadamente de mais 11 287,60 quilómetros para a transportadora Y, mais 13 710,10 quilómetros para a X e de menos 15 576,85 quilómetros para a transportadora Z. Conclui-se que existe uma grande disparidade de valores entre as distâncias reportadas e as observadas no Google Maps. Embora as distâncias pesquisadas no Google Maps não sejam 100% coerentes com a realidade, pois a cisterna pode realizar desvios devido a cortes na estrada, por exemplo, isso não é suficiente para justificar a diferença observada. Isto evidencia ser necessário um controlo mais restrito dos quilómetros viajados pelas cisternas.

Naturalmente influenciará a comparação entre os custos, custo antigo (custo que se pretende alterar) e custo maps (novo custo) pois, sendo muitos mais os quilómetros reportados, a diluição do custo por quilómetro reportado é maior. Comparando o custo antigo por quilómetros reportados e por quilómetros do Google Maps, o preço por quilómetro é respetivamente 0,77€ e 0,88€. Assim sendo, uma profunda verificação e estipulação de todas as distâncias é essencial, visto que tanto os quilómetros do Google Maps como o novo custo são inferiores ao custo antigo e aos quilómetros reportado. No entanto, o preço por quilómetro é mais elevado para o primeiro caso. O novo custo, exceto para a transportadora Z, é sempre mais baixo pelo que reflete um custo por quantidade menor comparativamente com o método atual.

Deste modo, tem-se os custos despendidos atualmente com cada transportadora.

4.2. Alteração do método de custeio

A secção anterior é de extrema importância pois é a base para o início do processo de alteração do método de custeio implementado e negociação do mesmo, explicado nesta secção.

Os resultados obtidos com a análise dos custos atuais são o ponto de partida para a elaboração de propostas para alteração das tarifas. Através de uma análise custo-benefício, consegue-se obter os valores desejados sem prejudicar nenhuma das partes, Prio e transportadoras.

No seguimento da análise, procede-se a simulações de hipóteses de preços para cada raio e por quilómetro. Após inseridas as tarifas de cada transportadora, são calculados os custos totais, custo dos quilómetros e custo de quantidade, consoante os raios e as entregas realizadas em cada. Através do método tentativa-erro e tabelas dinâmicas, é possível realizar alterações aos valores aplicados e verificar os resultados e impactos que as alterações refletem comparativamente com os custos atuais. Isto é feito até ser obtida uma proposta adequada e justa para enviar à transportadora. Este é o método adotado pela Prio em muitas situações, pois à medida que vão sendo alterados cada um dos valores, imediatamente observam as consequências que essa alteração provoca.

No fim, é possível comparar os custos da proposta elaborada com o custo antigo assim como com os novos valores. Para facilitar a comparação, é inserida uma tabela dinâmica em que se tem ambos os custos, o obtido a partir dos quilómetros reportados e a partir dos vistos no Google Maps, separadamente. Deste modo, tem-se o custo por quilómetro (€/km) para ambos os casos, custo antigo e custo hipótese, para os dois conjuntos de quilómetros.

Após a conclusão da análise e negociações acerca das alterações a implementar, às transportadoras capazes de fornecer um melhor serviço/preço competitivo, nesta fase é proposta uma alteração do método de custeio.

Inicialmente, todas as transportadoras concordaram com a mudança do método, vendo que realmente seria uma opção justa tanto para os clientes, como para as transportadoras e para a Prio. Portanto, os objetivos desta fase do projeto são, através dos testes e análises, ser possível avaliar o impacto, face ao presente, nos custos totais mensais consoante cada uma das propostas. Isto diz respeito tanto às propostas que foram recebidas por parte das transportadoras, como as elaboradas pela Prio como contraproposta, quando necessário haver ajustes nas tarifas sugeridas.

4.2.1. Testes às propostas

De forma a ser possível retirar conclusões à cerca de cada uma das propostas que são elaboradas, realizam-se testes para avaliar o desempenho das mesmas e fazer a comparação entre a situação proposta e a atual. Para os testes utiliza-se sempre as entregas efetuadas o mais recentemente possível, pois traduzem melhor a realidade atual das cargas realizadas. Esta condição é standard para todos os testes elaborados relativamente aos custos. Os clientes, respetivos raios e distâncias, que as cisternas de uma determinada transportadora visitam vão sofrendo alterações com o decorrer do tempo. Sendo que surgem clientes novos, estes podem ser conjugados com clientes já existentes, proporcionando novas opções para as rotas de distribuição. Portando, é necessário ter em conta o perfil de viagens que adotado no momento de realização do teste, pois é nesse perfil que as tarifas vão ser aplicadas, daí o uso das viagens realizadas o mais recentemente possível.

A partir dos testes, pode-se concluir se a mudança permitirá à empresa minimizar os custos de distribuição.

Na elaboração dos testes, em primeiro lugar é retirada a informação de sistema para os custos, de forma a obter os dados para realizar os cálculos necessários. Tais como, os pontos de entrega visitados, respetivos raios tendo em conta o CE e a transportadora em questão, quantidades transportadas, custo antigo, entre outros, como se pode ver na Figura 3.

Carga	Ponto Entrega	Localidade	CE	Compensação	Raio	Qt	Preço	CT Base	Transportadora
C0001464	PINGO-DOCE FUNDÃO	FUNDÃO	Prio	0	3	5,001			Y
C0001464	PINGO-DOCE FUNDÃO	FUNDÃO	Prio	0	3	9,001			Y
C0001464	PINGO-DOCE FUNDÃO	FUNDÃO	Prio	0	3	1,999			Y
C0001464	PINGO-DOCE FUNDÃO	FUNDÃO	Prio	0	3	4			Y
C0001464	PA Covilhã O	COVILHÃ	Prio	0	3	4,998			Y
C0001464	PA Covilhã O	COVILHÃ	Prio	0	3	5			Y
C0001464	PINGO-DOCE MIRANDELA	MIRANDELA	Galp	0,5	3	17,804			Y
C0001464	PINGO-DOCE MIRANDELA	MIRANDELA	Galp	0,5	3	4,001			Y
C0001465	PINGO-DOCE PENAFIEL	PENAFIEL	Prio	0,5	3	20,001			Y
C0001465	PINGO-DOCE PENAFIEL	PENAFIEL	Prio	0,5	3	7,002			Y
C0001466	PINGO DOCE DE AMARANTE	AMARANTE	Prio	0	3	22			Y
C0001466	PINGO DOCE DE AMARANTE	AMARANTE	Prio	0	3	3			Y
C0001469	PINGO-DOCE FUNDÃO	FUNDÃO	Prio	0	3	2,997			Y
C0001469	PINGO-DOCE FUNDÃO	FUNDÃO	Prio	0	3	7,001			Y
C0001469	PA Covilhã O	COVILHÃ	Prio	0	3	5,003			Y
C0001469	PA Covilhã O	COVILHÃ	Prio	0	3	11			Y
C0001469	PA Covilhã O	COVILHÃ	Prio	0	3	5,999			Y
C0001470	PA Viseu	UISEU	Prio	0	3	5,004			Y
C0001470	PA Viseu	UISEU	Prio	0	3	10,999			Y
C0001470	PA Viseu	UISEU	Prio	0	3	7			Y
C0001470	PINGO-DOCE GUARDA	GUARDA	Prio	0,5	3	14,002			Y
C0001470	PINGO-DOCE GUARDA	GUARDA	Prio	0,5	3	3,001			Y
C0001470	PINGO-DOCE FUNDÃO	FUNDÃO	Prio	0,5	3	4			Y
C0001470	PINGO-DOCE FUNDÃO	FUNDÃO	Prio	0,5	3	6,002			Y
C0001471	PINGO-DOCE GUARDA	GUARDA	Prio	0	3	29,003			Y
C0001471	PINGO-DOCE GUARDA	GUARDA	Prio	0	3	2,999			Y

Figura 3 – Folha de custos

Novamente, são calculados os custos dos quilómetros e das quantidades, cuja soma reflete o custo total. O (novo) preço utilizado varia consoante a proposta das tarifas dos raios em causa, ou seja, se for referente às colunas a amarelo, foram utilizados os valores da primeira proposta feita pela Prio para cada raio. No caso das colunas a verde, são utilizados novamente valores propostos pela Prio, após a contraproposta da transportadora que é apresentada nas colunas a azul. No fim, é calculada a diferença entre o custo base, evidenciado na imagem anterior, que é o custo que se tem com o método a alterar, e o custo total de cada uma das propostas de forma a obter as diferenças nos custos totais com cada situação (ver Figura 4).

kms/linha	CT KM	Novo Preço PRIO	CT QT	CT TOTAL	Diferença PRIO	Preço 1	CT KM	CT QT	CT TOT	DIF 1	Preço Y	CT KM	CT QT	CT Total	Dif Y
74,67	35,84 €		29,51 €	65,35 €	14,99 €		37,18 €	24,08 €	61,26 €	10,90 €		37,33 €	25,01 €	62,34 €	11,98 €
74,67	35,84 €		53,11 €	88,95 €	- 1,69 €		37,18 €	43,34 €	80,52 €	- 10,12 €		37,33 €	45,01 €	82,34 €	- 8,30 €
74,67	35,84 €		11,79 €	47,63 €	27,50 €		37,18 €	9,63 €	46,81 €	26,68 €		37,33 €	10,00 €	47,33 €	27,20 €
74,67	35,84 €		23,60 €	59,44 €	19,16 €		37,18 €	19,26 €	56,44 €	16,16 €		37,33 €	20,00 €	57,33 €	17,05 €
74,67	35,84 €		29,49 €	65,33 €	15,00 €		37,18 €	24,07 €	61,25 €	10,92 €		37,33 €	24,99 €	62,32 €	11,99 €
74,67	35,84 €		29,50 €	65,34 €	14,99 €		37,18 €	24,08 €	61,26 €	10,91 €		37,33 €	25,00 €	62,33 €	11,98 €
132,50	63,60 €		105,04 €	168,64 €	- 19,54 €		65,99 €	85,73 €	151,71 €	- 36,48 €		66,25 €	89,02 €	155,27 €	- 32,92 €
132,50	63,60 €		23,61 €	87,21 €	44,92 €		65,99 €	19,26 €	85,25 €	42,96 €		66,25 €	20,01 €	86,26 €	43,96 €
117,50	56,40 €		118,01 €	174,41 €	- 37,00 €		58,52 €	96,30 €	154,82 €	- 56,59 €		58,75 €	100,01 €	158,76 €	- 52,66 €
117,50	56,40 €		41,31 €	97,71 €	23,70 €		58,52 €	33,71 €	92,23 €	18,22 €		58,75 €	35,01 €	93,76 €	19,75 €
82,00	39,36 €		129,80 €	169,16 €	- 52,38 €		40,84 €	105,93 €	146,77 €	- 74,77 €		41,00 €	110,00 €	151,00 €	- 70,54 €
82,00	39,36 €		17,70 €	57,06 €	26,85 €		40,84 €	14,45 €	55,28 €	25,07 €		41,00 €	15,00 €	56,00 €	25,79 €
89,60	43,01 €		17,68 €	60,69 €	30,51 €		44,62 €	14,43 €	59,05 €	28,87 €		44,80 €	14,99 €	59,79 €	29,61 €
89,60	43,01 €		41,31 €	84,31 €	13,81 €		44,62 €	33,71 €	78,33 €	7,83 €		44,80 €	35,01 €	79,81 €	9,30 €
89,60	43,01 €		29,52 €	72,53 €	22,15 €		44,62 €	24,09 €	68,71 €	18,33 €		44,80 €	25,02 €	69,82 €	19,43 €
89,60	43,01 €		64,90 €	107,91 €	- 2,86 €		44,62 €	52,97 €	97,59 €	- 13,18 €		44,80 €	55,00 €	99,80 €	- 10,97 €
89,60	43,01 €		35,39 €	78,40 €	17,99 €		44,62 €	28,89 €	73,51 €	13,10 €		44,80 €	30,00 €	74,80 €	14,39 €
44,00	21,12 €		29,52 €	50,64 €	0,25 €		21,91 €	24,09 €	46,01 €	- 4,38 €		22,00 €	25,02 €	47,02 €	- 3,37 €
44,00	21,12 €		64,89 €	86,01 €	- 24,75 €		21,91 €	52,96 €	74,87 €	- 35,89 €		22,00 €	55,00 €	77,00 €	- 33,76 €
44,00	21,12 €		41,30 €	62,42 €	- 8,07 €		21,91 €	33,71 €	55,62 €	- 14,87 €		22,00 €	35,00 €	57,00 €	- 13,49 €
89,60	43,01 €		82,61 €	125,62 €	- 22,38 €		44,62 €	67,42 €	112,04 €	- 35,96 €		44,80 €	70,01 €	114,81 €	- 33,19 €
89,60	43,01 €		17,71 €	60,71 €	28,99 €		44,62 €	14,45 €	59,07 €	27,35 €		44,80 €	15,01 €	59,81 €	28,08 €
89,60	43,01 €		23,60 €	66,61 €	24,33 €		44,62 €	19,26 €	63,88 €	21,60 €		44,80 €	20,00 €	64,80 €	22,52 €

Figura 4 - Cálculos de custos

Na Figura 5 pode-se verificar que a proposta da transportadora Y é a mais elevada, comparativamente quer com a proposta da Prio quer com a da transportadora Z.

Rótulos de Linha	<div><div></div></div>	Soma de CT Base	Soma de Qt	Prop PRIO	PROP Y	ATUAL Z
1		€ 1 506,24 €	- 435,85 €	- 379,22 €	- 1 083,41 €	
2		€ 2 865,08 €	647,85 €	1 159,53 €	856,64 €	
3		€ 2 257,91 €	900,78 €	1 176,61 €	703,73 €	
4		€ 1 426,11 €	804,30 €	1 148,23 €	1 899,46 €	
5		€ 320,69 €	1,81 €	57,87 €	407,43 €	
(em branco)						
Total Geral		73 588,45 €	8 376,04 €	1 918,88 €	3 163,02 €	2 783,85 €

Figura 5 - Resultados das propostas

O raciocínio para os aumentos ou decréscimos dos preços é baseado no balanço final, ou seja, é pretendido que a soma dos custos de cada raio esteja o mais próxima possível de zero, para

que, deste modo os custos estejam equilibrados entre a transportadora e a Prio. De forma a conseguir isto, por vezes é necessário prejudicar a empresa em certos raios, compensando esse prejuízo noutros. Porém, as alterações de valores não são feitas desmedidamente. Tem-se certos limites para a alteração das tarifas, ou seja, não se pode colocar a tarifa de raio 1 a 10€ e a de raio 2 a 1,5€ se a transportadora tiver mais clientes em raio 2 do que 1 favorecendo assim a Prio. Portanto, as alterações são feitas de modo a que os raios estejam equilibrados e as suas tarifas aumentem gradualmente com o raio.

Os motivos para as propostas não serem aceites nem pela empresa nem pelas transportadoras e serem posteriormente reformuladas e enviadas deve-se ao facto de as propostas recebidas refletirem custos totais muito superiores aos que se tem com o método corrente. Situações semelhantes eram sentidas por parte das transportadoras, no entanto, a proposta da transportadora Y conduz a custos anuais superiores para a Prio em 7,7%, comparativamente com o ano anterior.

4.2.2. Resultados da fase de negociações

Os testes elaborados para avaliar o desempenho das propostas são realizados para as transportadoras capazes de serem competitivas no trabalho que realizam. A partir destes, podem ser realizadas as negociações de forma a acordar as tarifas a aplicar no método.

Deste modo, à transportadora K não foram feitas propostas para novas tarifas, pois esta não conseguia ser competitiva comparativamente às restantes. Dado as tarifas atuais já muito acima dos valores das outras empresas, mesmo reduzindo-as, não seria possível reduzir o suficiente de modo a que os seus custos finais estivessem ao nível das restantes. Além do mais, sendo uma transportadora que não apresenta um dos melhores serviços, a colaboração da Prio com a mesma termina nesta fase.

No caso da transportadora Z, conseguiu-se concretizar as negociações com os devidos valores acordados, continuando a trabalhar no sul do país.

Entre as transportadoras a norte, X e Y, as propostas tinham que ser feitas de forma justa para a transportadora tendo em conta o perfil de viagens que costuma realizar, mas também tentando otimizar os raios que predominam nas viagens. Tanto para uma transportadora como para outra, para que os raios em que uma é mais cara a outra seja mais barata, e vice-versa.

No entanto, os valores propostos e recebidos da transportadora Y encontram-se orientados em direções diferentes das da Prio. Após várias propostas e contrapropostas, uma tentativa de solução encontrada para o problema passa por favorecer a transportadora na vertente do custo

dos quilómetros, de forma a resolver questões de viagens que são as mais críticas para a transportadora. Simultaneamente ajustando a vertente do custo de quantidade para que a Prio não fique prejudicada. Cada transportadora tem um perfil definido quanto ao tipo de viagens e zonas do país (norte, sul) onde trabalha. Deste modo, a transportadora Y realiza várias viagens em que percorre muitos quilómetros, mas como muda de direção para atender os clientes que são conjugados, permanece no mesmo raio. Com o método atual, esta viagem é prejudicial para a transportadora pois os quilómetros não são contabilizados e é cobrado o mesmo preço por raio, preço este que, neste caso não sofre nenhum incremento com a distância percorrida. Deste modo, como o propósito passa inclusão dos quilómetros percorridos no custo total, a solução encontrada consiste em, com base na última proposta recebida por parte da transportadora, aumentar o preço por quilómetro de 0,48€ para 0,50€. Deste modo, para as viagens em que a cisterna, apesar de percorrer muitos quilómetros, é sempre cobrado o mesmo preço por raio, com o aumento do preço do quilómetro é-lhe mais compensatório. Com este aumento, os preços do raio propostos pela transportadora são ajustados, tendo em conta o impacto destes custos nos custos logísticos da empresa, enquanto mantendo o lucro da transportadora. No entanto, esta proposta é igualmente recusada pela transportadora, pelo que se concluiu que, não sendo possível chegar a um consenso quanto às tarifas, esta transportadora terá que manter o formato de custeio corrente.

Para que todas as alterações possam ser colocadas em prática, é necessário criar uma base de dados na qual conste a informação necessária para a implementação pretendida. Para esse fim, primeiramente é elaborada uma matriz de distâncias, onde são inseridas e conjugadas as mínimas distâncias praticáveis entre cada ponto, durante as rotas de distribuição, como explicado na próxima secção.

4.3. Matriz de distâncias

De forma à aplicação do novo método de custeio baseado nas distâncias mínimas necessárias entre os pontos de entrega, permitindo também a minimização do custo dos quilómetros, é criada uma matriz de distâncias.

A matriz de distâncias tem como propósito servir como uma base de dados, elaborada utilizando a ferramenta Excel, na qual constará a informação necessária para a otimização das rotas de distribuição no que diz respeito à minimização das distâncias percorridas. A matriz é simétrica, pois a distância desde, por exemplo, Aveiro até Albergaria-A-Velha é a mesma desde Albergaria-A-Velha até Aveiro, devido ao método de contagem dos quilómetros já explicado, em que a distância total da rota é igual ao dobro da viagem de ida desde o CE até ao ponto de abastecimento final.

O correto funcionamento da matriz depende da inserção dos fatores que condicionam a viagem, nomeadamente, todos os centros de expedição possíveis, as localidades dos pontos a abastecer e as respectivas distâncias. As distâncias são vistas entre todos os pontos de cada carga, dois a dois, e desde cada um deles até ao centro de expedição, tendo assim o maior número de combinações possíveis gravadas na matriz.

Isto permite uma previsão automática das opções da viagem e dos custos, desde que a mesma já tenha sido realizada e consequentemente inserida na matriz. Assim, o colaborador está apto a escolher as localidades, o CE e respetiva ordem, que melhor permita otimizar o transporte.

Para isso, é necessário pesquisar no Google Maps por todas as distâncias pretendidas e comparar com as reportadas pela transportadora. Se os valores da distância entre os pontos de entrega forem muito desfasados, ou seja, uma diferença superior a 10 quilómetros entre os quilómetros da Prio e os da transportadora, os quilómetros são novamente pesquisados. Sendo que está a ser utilizado o mesmo método de cálculo das distâncias tanto pela transportadora como pela Prio, quanto mais semelhantes os valores forem, mais corretos são os resultados.

Nos casos em que a distância indicada por ambas as partes reflete uma diferença inferior a 5 quilómetros, estas são validadas para serem inseridas na matriz, sendo inserido o valor da transportadora pois não existe uma diferença significativa o suficiente para nova análise. Assim, todas as distâncias inseridas na matriz estão devidamente validadas por parte da transportadora e por parte da Prio para que sejam credíveis.

Com vista a manter um correto funcionamento da matriz é extremamente importante mantê-la atualizada quanto às viagens que são realizadas diariamente. Isto porque as opções geradas pela matriz são baseadas nas informações que esta tem armazenada. Desta forma, podem existir opções que minimizem mais a distância das viagens do que aquelas que constam na matriz, mas se ainda não foram inseridas, esta não consegue fornecer essa opção ao colaborador.

Na Figura 6 tem-se uma amostra da matriz de distâncias, em que os pontos estão associados à respetiva zona e com as distâncias entre eles. No caso em que não se tem distâncias entre os pontos é colocado um “X”. Atualmente, tem-se um total de 455 pontos tanto na coluna como na linha.

A	B	ES	EU	FM	HX	IL	KH	KJ	KL	KM	KN	NH	NI	NJ	NL	NM
ZONA	PONTO A / PONTO B	SUL	CENTRO	SUL	SUL	CENTRO	NORTE	SUL	CENTRO	SUL	NORTE	CE	CE	CE	CE	CE
SUL	PA A16 Sintra Cascais ESINTRA		X	X	X	X	X	X	X	X	X	266	X	71	X	71
CENTRO	PA A25 Aveiro - PraiasPRAIA DA BARRA	X		X	X	X	X	X	X	X	X	7	X	X	X	X
SUL	PA AzambujaAZAMBUJA	X	X		X	X	X	X	X	X	X	230	X	20	165	20
SUL	PA TaviraTAVIRA	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	211	X
CENTRO	PA Vilar Formoso NVILAR FORMOSO	X	X	X	X		X	X	X	X	X	203	242	X	X	X
NORTE	PINGO-DOCE MIRANDELAMIRANDELA	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	158	X	X	X
SUL	PINGO-DOCE PONTE SORPONTE DE SOR	X	X	X	X	X	X		X	X	X	217	X	129	X	129
CENTRO	PINGO-DOCE TONDELATONDELA	X	X	X	X	X	X	X		X	X	94	129	X	X	X
SUL	PINGO-DOCE TORRES NOVA TORRES NOVAS	X	X	X	X	X	X	X	X		X	171	X	63	X	63
NORTE	PINGO DOCE TROFATROFA	X	X	X	X	X	X	X	X	X		115	24	X	X	X
CE	Prio	266	7	230	X	203	X	217	94	171	115		X	X	X	X
CE	Galp	X	X	X	X	242	158	X	129	X	24	X		X	X	X
CE	Reps	71	X	20	X	X	X	129	X	63	X	X	X		X	X
CE	Reps	X	X	165	211	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X
CE	Galp	71	X	20	X	X	X	129	X	63	X	X	X	X	X	
CE	Galp	X	X	165	211	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Figura 6 – Matriz de distâncias

4.4. Diluidor de custos

Estando assim, as tarifas do raio e do quilómetro estabelecidas, assim como a matriz de distâncias concluída, procede-se à distribuição dos custos para cada transportadora, de forma a avaliar o novo método.

Num documento denominado de Diluidor de custos, tem início a distribuição dos custos aplicando o método antigo e também o novo método para as duas transportadoras com que ficou finalizado o processo de negociação. Deste modo, inicia-se a elaboração do documento relativamente ao mês de fevereiro para a transportadora X.

Ao longo da elaboração do documento surgem diversas dificuldades, nomeadamente no que diz respeito:

- à associação dos nomes dos pontos de entrega;
- à ordenação dos pontos de entrega na mesma carga;
- à conjugação dos pontos ordenadamente dois a dois de modo a que as frações da viagem sejam detetadas na matriz para que a correta distância seja identificada automaticamente;
- a erros quanto à atribuição dos quilómetros para as viagens com mais de dois pontos de entrega.

Na elaboração do diluidor, em primeiro lugar é necessário retirar de sistema as informações relativas aos custos que a Prio possui (ver Figura 7). São estes o número de carga, data de descarga, quantidade, clientes, qual a transportadora que realizou o serviço, o raio em que cada cliente está inserido, entre outros, de forma a obter as informações necessárias de cada carga.

Carga	Data	Ponto Entrega	Localidade	CE	Raio	Qt	Preço	CT Base	Transportadora
C000150207	01.02.2011	PA Paços Ferreira	PAÇOS DE FERREIRA	Prio	2	3,999			Z
C000150207	01.02.2011	PA Paços Ferreira	PAÇOS DE FERREIRA	Prio	2	6,999			Z
C000150207	01.02.2011	PA Paços Ferreira	PAÇOS DE FERREIRA	Prio	2	2,998			Z
C000150207	01.02.2011	PA Paços Ferreira	PAÇOS DE FERREIRA	Prio	2	4,999			Z
C000150208	01.02.2011	PINGO DOCE LOUSADA	LOUSADA	Prio	2	9			Z
C000150208	01.02.2011	PINGO DOCE LOUSADA	LOUSADA	Prio	2	3,999			Z
C000150208	01.02.2011	PA Vila das Aves	VILA DAS AVES	Prio	2	5,003			Z
C000150208	01.02.2011	PA Sto Tirso	SANTO TIRSO	Prio	2	7			Z
C000150208	01.02.2011	PA Sto Tirso	SANTO TIRSO	Prio	2	1,999			Z
C000150209	01.02.2011	PINGO DOCE FAFE	FAFE	Galp	1	11,003			Z
C000150210	01.02.2011	PINGO DOCE (VILA VERDE)	VILA VERDE	Prio	3	6			Z
C000150210	01.02.2011	PINGO DOCE (VILA VERDE)	VILA VERDE	Prio	3	6,002			Z
C000150211	01.02.2011	PINGO DOCE (CARREGAL DO SAL)	CARREGAL DO SAL	Prio	2	2,999			Z
C000150212	01.02.2011	PA Vagos	VAGOS	Prio	1	6,999			Z
C000150212	01.02.2011	PA Vagos	VAGOS	Prio	1	9,002			Z
C000150212	01.02.2011	PA Vagos	VAGOS	Prio	1	2,001			Z
C000150212	01.02.2011	PA Vagos	VAGOS	Prio	1	2,999			Z
C000150213	01.02.2011	PINGO DOCE (AVEIRO)	AVEIRO	Prio	1	9,699			Z
C000150213	01.02.2011	PINGO DOCE (AVEIRO)	AVEIRO	Prio	1	3,999			Z
C000150214	01.02.2011	PINGO DOCE MARRAZES	LEIRIA MARRAZES	Prio	2	11			Z
C000150214	01.02.2011	PINGO DOCE MARRAZES	LEIRIA MARRAZES	Prio	2	5,004			Z
C000150214	01.02.2011	PINGO DOCE MARRAZES	LEIRIA MARRAZES	Prio	2	2,008			Z
C000150215	01.02.2011	PINGO DOCE (DE GRIJÓ)	GRIJÓ	Prio	1	15,002			Z
C000150215	01.02.2011	PINGO DOCE (DE GRIJÓ)	GRIJÓ	Prio	1	4,999			Z
C000150215	01.02.2011	PA Fiães	FIÃES	Prio	1	5,999			Z
C000150215	01.02.2011	PA Fiães	FIÃES	Prio	1	2,999			Z
C000150215	01.02.2011	PA Fiães	FIÃES	Prio	1	3			Z
C000150216	01.02.2011	PA Vale Cambra	VALE DE CAMBRA	Prio	1	7			Z
C000150216	01.02.2011	PA Vale Cambra	VALE DE CAMBRA	Prio	1	4,001			Z
C000150216	01.02.2011	PA Vale Cambra	VALE DE CAMBRA	Prio	1	3			Z

Figura 7 – Folha de custos

Obtidos os dados do sistema informático da Prio, são adicionados ao documento os dados diários das viagens reportadas pela transportadora. Assim, tem-se os dados de ambas as partes, relativos às mesmas viagens, de forma a ser possível verificar se a informação está correta. Além disso, certas informações que são necessárias para a elaboração do documento, apenas estão presentes numa das bases de dados, como por exemplo, as horas de descarga nos pontos apenas está inserida nos documentos provenientes da transportadora.

Aqui é realizada a associação entre os dados que saem de sistema e os dados fornecidos pela transportadora, sendo associadas ambas as denominações que existem para o mesmo local (Nome (Transportadora) e Nome convertido (Prio)). Assim sendo, a primeira dificuldade passa pela associação dos nomes dos pontos de entrega. Por vezes, em cada base de dados, as denominações dos pontos são diferentes entre si e existem nomes de clientes iguais, mas em localidades diferentes. Portanto, para tal é criada uma tabela com os nomes de todos os locais com a versão da Prio e das transportadoras para a conversão, tendo cada nome também associado à sua localidade. Só na ausência de erros na associação dos nomes, é possível prosseguir.

Seguidamente, é associada a zona de transporte que consta nos documentos enviados pela transportadora. Deste modo, a coluna com a junção da Carga, Ponto de Entrega e Local da Zona de Transporte que se pode observar na Figura 8, tem que coincidir com a mesma coluna existente no diluidor de custos, referente aos dados retirados de sistema. Se as zonas de transporte não

coincidirem, é necessário alterar na base de dados da Prio, o que muitas vezes acontece apenas por estarem escritas de maneira diferente em cada base de dados e o Excel não consegue associar.

Seguidamente, procede-se à ordenação dos pontos em cada carga, em que são comparados os números de carga, os nomes dos pontos e a sua localidade assim como a ordem definida no ponto anterior (Figura 8).

=SE(C5<>C4;1;SE(E5&F5=E4&F4;I4;I4+1))						
B	C	D	E	F	I	
Carga	Nome PE	Nome Convertido	Local Z.Transp	Ordem		
C00015361	PINGO-DOCE PE	PINGO-DOCE PENAFIEL	PENAFIEL	1		
C00015361	PINGO DOCE LO	PINGO DOCE LOUSADA	LOUSADA	I4+1))		
C00015361	PINGO DOCE (DE	PINGO DOCE (DE GRIJÓ)	GRIJÓ	1		
C00015361	7PA Fiães	PA FIÃES	FIÃES	2		
C00015362	1PA Vagos	PA VAGOS	VAGOS	1		
C00015362	1PINGO DOCE OLI	PINGO DOCE OLIVEIRA DO	OLIVEIRA DO BAIRRO	2		
C00015362	2PINGO DOCE EST	PINGO DOCE ESTARREJA	ESTARREJA	1		
C00015362	2PA Estarreja	PA ESTARREJA	BEDUÍDO	2		
C00015362	3PINGO DOCE (LO	PINGO DOCE (LOUROSA)	LOUROSA	1		
C00015362	4PA Maia Pedrouç	PA MAIA PEDROUÇOS	MAIA	1		
C00015362	4PA Maia Via Dia	PA MAIA VIA DIAGONAL	MAIA	2		
C00015362	5PA Canelas	PA CANELAS	CANELAS VNG	1		

Figura 8 - Base de dados do diluidor de custos

A ordenação dos pontos de entrega é realizada consoante a hora de descarga reportada pela transportadora ou os quilómetros reportados entre o CE e os pontos de entrega. O local correspondente à primeira hora de entrega ou à menor distância, é-lhe atribuída a ordem 1, ao segundo local é-lhe atribuída a ordem 2, e assim sucessivamente.

A ordenação dos pontos assim como o cálculo do número máximo de pontos existentes em cada carga, são cruciais para os passos seguintes que dizem respeito à atribuição das distâncias e consequente repartição dos custos a cada local a abastecer. De forma a verificar se os pontos se encontram pela ordem de entrega correta, é estabelecido um critério baseado nos métodos de reporte de ambas as transportadoras. No caso da transportadora X o método de reporte é a hora de descarga dos produtos, e para a transportadora Y é a distância fornecida entre o CE e cada um dos pontos de entrega. Devido a erros no reporte da informação, os pontos em cada carga nem sempre se encontram ordenados de forma correta, o que, evidentemente, provoca disparidade nas distâncias entre cada método. Isto acontece porque, os quilómetros reportados não são calculados, são já fornecidos pela transportadora e estão conforme a distância que percorreram. No entanto, reportarem por engano uma ordem diferente da real, leva a que, as distâncias que são calculadas através da matriz e da ordem fornecida, não coincidam com as transmitidas pela transportadora.

As frações das viagens são identificadas, isto é, consoante a ordem dos pontos definida e se o ponto está conjugado ou não com um CE, é considerado uma viagem de ida, de retorno ou intermédia (ver Figura 9).

Quando o ponto de entrega é de ordem 1 ou ordem equivalente ao número máximo de pontos de entrega, respetivamente, correspondem a à primeira fração da viagem (“IDA”) e à última (“VOLTA”). No entanto, como explicado anteriormente, a viagem de retorno é igual à viagem de ida e não igual à distância desde o último cliente até ao CE. Assim sendo, é identificada com um “V”, na célula correspondente à distância identificada como retorno no documento.

=SE(E(D7=D6;G7=G6);0;SE(V7=1;I7&G7;SE(V7=W7;G7&I7;SE(V7=V6;X6;0))))					
D	G	I	V	W	X
Carga	Cliente	CE	Ordem	Máximo	Viagens c CE
C000153615	PINGO-DOCE PENAFIEL	Galp	1	1	Galp: PINGO-DOCE PENAFIEL
C000153615	PINGO-DOCE PENAFIEL	Galp	1	1	0
C000153616	PINGO DOCE LOUSADA	Prio	1	1	=W7;G7&I7;SE(V7=V6;X6;0))))
C000153616	PINGO DOCE LOUSADA	Prio	1	1	0
C000153617	PINGO DOCE (DE GRIJÓ)	Prio	1	2	Prio PINGO DOCE (DE GRIJÓ)
C000153617	PINGO DOCE (DE GRIJÓ)	Prio	1	2	0
C000153617	PA Fiães	Prio	2	2	PA FiãesPrio
C000153617	PA Fiães	Prio	2	2	0
C000153617	PA Fiães	Prio	2	2	0
C000153621	PA Vagos	Prio	1	2	Prio PA Vagos
C000153621	PA Vagos	Prio	1	2	0
C000153621	PA Vagos	Prio	1	2	0
C000153621	PINGO DOCE OLIVEIRA DO BAIRRO	Prio	2	2	PINGO DOCE OLIVEIRA DO BAIRROPrio
C000153621	PINGO DOCE OLIVEIRA DO BAIRRO	Prio	2	2	0

Figura 9 - Conjugação das viagens com CE

De seguida, são identificadas as viagens intermédias (entre destinos), novamente através da ordem estabelecida de visita dos pontos e as respetivas distâncias na matriz (ver Figura 10).

=SE(D11<>D10;0;SE(G11&H11<>G10&H10;G10&G11;0))							
D	G	I	V	W	X	Y	Z
Carga	Cliente	CE	Ordem	Máximo	Viagens c CE	Ida/Volta	Viagens Entre destinos
C000153615	PINGO-DOCE PENAFIEL	Galp	1	1	Galp: PINGO-DOCE PENAFIE	IDA	0
C000153615	PINGO-DOCE PENAFIEL	Galp	1	1		0	0
C000153616	PINGO DOCE LOUSADA	Prio	1	1	Prio PINGO DOCE LOUSADA	IDA	0
C000153616	PINGO DOCE LOUSADA	Prio	1	1		0	0
C000153617	PINGO DOCE (DE GRIJÓ)	Prio	1	2	Prio PINGO DOCE (DE GRIJÓ)	IDA	0
C000153617	PINGO DOCE (DE GRIJÓ)	Prio	1	2		0	0
C000153617	PA Fiães	Prio	2	2	PA FiãesPrio	VOLTA	G10&G11;0))
C000153617	PA Fiães	Prio	2	2		0	0
C000153617	PA Fiães	Prio	2	2		0	0
C000153621	PA Vagos	Prio	1	2	Prio PA Vagos	IDA	0
C000153621	PA Vagos	Prio	1	2		0	0
C000153621	PA Vagos	Prio	1	2		0	0
C000153621	PINGO DOCE OLIVEIRA DO BAIRRO	Prio	2	2	PINGO DOCE OLIVEIRA DO BAIRROPrio	VOLTA	PA VagosPINGO DOCE OLIVEIRA DO BAIRRO
C000153621	PINGO DOCE OLIVEIRA DO BAIRRO	Prio	2	2		0	0

Figura 10 - Conjugação das viagens entre pontos de entrega

Resumidamente, o cliente de ordem 1 é o cliente que sucede imediatamente a saída de um CE, pelo que corresponde à viagem de ida. Um cliente que seja de ordem 2 é conjugado nas viagens intermédias com o cliente de ordem 3. O último ponto cuja ordem é igual ao número máximo de pontos da carga, que é conjugado com o CE, corresponde à viagem de retorno (ver Figura 11). A divisão dos pontos e identificação das frações da viagem são necessárias para os cálculos que se seguem.

=SE(E(X6<>0;V6=1),"IDA";SE(X6<>0;"VOLTA";0))									
G	I	V	W	X	Y	Z			
Cliente	CE	Ordem	Máximo	Viagens c CE	Ida/Volta	Viagens Entre destinos			
PINGO-DOCE PENAFIEL	Galp	1	1	1 Galp: PINGO-DOCE PENAFIEL	IDA				0
PINGO-DOCE PENAFIEL	Galp	1	1		0 "VOLTA";0))				0
PINGO DOCE LOUSADA	Prio	1	1	Prio PINGO DOCE LOUSADA	IDA				0
PINGO DOCE LOUSADA	Prio	1	1		0	0			0
PINGO DOCE (DE GRIJÓ)	Prio	1	2	Prio PINGO DOCE (DE GRIJÓ)	IDA				0
PINGO DOCE (DE GRIJÓ)	Prio	1	2		0	0			0
PA Fiães	Prio	2	2	PA FiãesPrio	VOLTA	PINGO DOCE (DE GRIJÓ)PA Fiães			0
PA Fiães	Prio	2	2		0	0			0
PA Fiães	Prio	2	2		0	0			0
PA Vagos	Prio	1	2	Prio PA Vagos	IDA				0
PA Vagos	Prio	1	2		0	0			0
PA Vagos	Prio	1	2		0	0			0

Figura 11 - Identificação da viagem de ida e de retorno

As dificuldades nesta fase remetem também para a divisão dos custos associados a cada ponto de entrega, quando existem mais do que dois locais a visitar na mesma viagem. Não pode haver beneficiados ou prejudicados e a divisão precisa ser feita de forma automática no Excel. Isto é, ao surgirem as cargas no documento Excel, a ferramenta deve ser capaz de calcular quantos pontos de entrega distintos existem na mesma viagem, ordená-los pela distância ao centro de expedição de modo a fazer corretamente a distribuição dos quilómetros pelos pontos a abastecer.

No que diz respeito às distâncias entre cada par de pontos, estas são obtidas automaticamente da matriz de distâncias. A partir das denominações dos pontos, o Excel procura a respetiva distância na matriz e devolve o resultado em quilómetros, para aquelas que não estão assinaladas com um “V”. Na Figura 12 é possível observar como foi formulada a coluna na qual estão inseridos os quilómetros entre CE e pontos de entrega, de modo a que só fosse inserida nos casos necessários.

1A =SE(X7=0;0;SE(Y7="VOLTA";"V";PROCV(G7&H7;'Matriz Km'!B:TL;CORRESP(Diluidor!I7;'Matriz Km'!C\$2:TL\$2;0)+1;FALSO)))

G	H	I	V	W	X	Y	Z	AA
Cliente	Localidade	CE	Ordem	Máximo	Viagens c CE	Ida/Volta	Viagens Entre destinos	Kms c CE
PINGO-DOCE PENAFIEL	PENAFIEL	Galp	1	1	Galp: PINGO-DOCE PENAFIEL	IDA		0 45
PINGO-DOCE PENAFIEL	PENAFIEL	Galp	1	1		0	0	0 0
PINGO DOCE LOUSADA	LOUSADA	Prio	1	1	Prio PINGO DOCE LOUSADA	IDA		0 (FALSO)))
PINGO DOCE LOUSADA	LOUSADA	Prio	1	1		0	0	0 0
PINGO DOCE (DE GRIJÓ)	GRIJÓ	Prio	1	2	Prio PINGO DOCE (DE GRIJÓ)	IDA		0 76
PINGO DOCE (DE GRIJÓ)	GRIJÓ	Prio	1	2		0	0	0 0
PA Fiães	FIÃES	Prio	2	2	PA FiãesPrio	VOLTA	PINGO DOCE (DE GRIJÓ)PA Fiães	V 0 0
PA Fiães	FIÃES	Prio	2	2		0	0	0 0
PA Fiães	FIÃES	Prio	2	2		0	0	0 0
PA Vagos	VAGOS	Prio	1	2	Prio PA Vagos	IDA		0 18
PA Vagos	VAGOS	Prio	1	2		0	0	0 0
PA Vagos	VAGOS	Prio	1	2		0	0	0 0

Figura 12 - Atribuição dos quilómetros das viagens com CE

Na Figura 13 pode-se verificar como foi formulada a coluna na qual constam os quilómetros entre pontos de entrega.

1A =SE(Z7=0;0;PROCV(G7&H7;'Matriz Km'!B:TL;CORRESP(G6&H6;'Matriz Km'!C\$2:TL\$2;0)+1;FALSO)))

G	H	X	Y	Z	AA	AB
Cliente	Localidade	Viagens c CE	Ida/Volta	Viagens Entre destinos	Kms c CE	Kms entre Destinos
PINGO-DOCE PENAFIEL	PENAFIEL	Galp: PINGO-DOCE PENAFIEL	IDA		0 45	0
PINGO-DOCE PENAFIEL	PENAFIEL		0	0	0 0	0
PINGO DOCE LOUSADA	LOUSADA	Prio PINGO DOCE LOUSADA	IDA		0 122	0 (+1;FALSO)))
PINGO DOCE LOUSADA	LOUSADA		0	0	0 0	0
PINGO DOCE (DE GRIJÓ)	GRIJÓ	Prio PINGO DOCE (DE GRIJÓ)	IDA		0 76	0
PINGO DOCE (DE GRIJÓ)	GRIJÓ		0	0	0 0	0
PA Fiães	FIÃES	PA FiãesPrio	VOLTA	PINGO DOCE (DE GRIJÓ)PA Fiães	V 0 0	11
PA Fiães	FIÃES		0	0	0 0	0
PA Fiães	FIÃES		0	0	0 0	0
PA Vagos	VAGOS	Prio PA Vagos	IDA		0 18	0
PA Vagos	VAGOS		0	0	0 0	0
PA Vagos	VAGOS		0	0	0 0	0
PINGO DOCE OLIVEIRA D OLIVEIRA DO BAIRRO	OLIVEIRA DO BAIRRO	PINGO DOCE OLIVEIRA DO BAIRROPrio	VOLTA	PA VagosPINGO DOCE OLIVEIRA DO B/V	0 22	0
PINGO DOCE OLIVEIRA D OLIVEIRA DO BAIRRO	OLIVEIRA DO BAIRRO		0	0	0 0	0

Figura 13 - Atribuição dos quilómetros das viagens entre pontos de entrega

Após obtidas todas as conjugações, é necessário verificar se existem distâncias em falta para que sejam pesquisadas e posteriormente verificadas pela transportadora, de forma a poderem ser inseridas no documento.

Nesta fase é realizada a repartição das distâncias pelos pontos de entrega, que tem como finalidade a justa repartição dos custos dos quilómetros pelos locais. Esta é feita de forma que ao primeiro local acarreta apenas a distância percorrida desde o centro de expedição até ao local. Esta é dividida equitativamente pelo número máximo de locais a abastecer e multiplicada por dois para que sejam contabilizadas ambas as viagens, de ida desde o CE até ao cliente e de regresso para o centro de expedição. A segunda localidade tem associada a fração do percurso até ao cliente anterior que é repartida por todos os pontos, assim como a distância percorrida desde o primeiro até ao segundo local que é também repartida com os clientes seguintes, e multiplicada por dois. E assim sucessivamente. Deste modo, apenas o primeiro cliente não acarreta com custos de viagens

anteriores e cada fração da viagem é repartida pelos pontos e multiplicada por dois, para contabilizar também a viagem de regresso.

Portanto, o cálculo é feito como representado na Figura 14, em que X representa o centro de expedição e ○ os pontos de entrega, com as respectivas distâncias entre os locais.

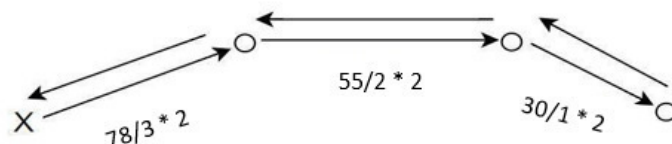


Figura 14 – Formato de contabilização e repartição das distâncias percorridas

Vantagens:

- Cada PE acarreta os justos quilómetros que a cisterna necessita percorrer para ir até cada local, e não apenas a distância desde o ponto imediatamente antes;
- Os custos referentes aos quilómetros são distribuídos de forma justa e correta.

A Figura 15 retrata o cálculo efetuado para a repartição dos quilómetros pelos pontos da carga, denominados “Kms Partilhados”. Através da denominação do tipo de viagem, da ordem dos pontos e número máximo de pontos por carga, assim como dos quilómetros já calculados, são repartidas as distâncias.

=SE(Y6="IDA";(AA6/W6)*2;AC5+(AB6/(W6-V6+1))*2)									
V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC		
Ordem	Máximo	Viagens c CE	Ida/Volta	Viagens Entre destinos	Kms c CE	Kms entre Destinos	Kms Partilhados		
1	1	Galp: PINGO-DOCE PENAFIE	IDA		0	45	0	90	
1	1		0	0	0	0	0	W6-V6+1))*2)	
1	1	Prio PINGO DOCE LOUSADA	IDA		0	122	0	244	
1	1		0	0	0	0	0	244	
1	2	Prio PINGO DOCE (DE GRIJÓ)	IDA		0	76	0	76	
1	2		0	0	0	0	0	76	
2	2	PA FiãesPrio	VOLTA	PINGO DOCE (DE GRIJÓ)PA Fiães	V		11	98	
2	2		0	0	0	0	0	98	
2	2		0	0	0	0	0	98	
1	2	Prio PA Vagos	IDA		0	18	0	18	
1	2		0	0	0	0	0	18	
1	2		0	0	0	0	0	18	
2	2	PINGO DOCE OLIVEIRA DO BAIRRO	VOLTA	PA VagosPINGO DOCE OLIVEIRA DO BAIRRO			22	62	
2	2		0	0	0	0	0	62	

Figura 15 - Repartição das distâncias percorridas pelos pontos de entrega

Como representado na figura acima, as fórmulas aplicadas são as seguintes:

- para a viagem correspondente à “IDA”: Km Viagem de ida = (Quilómetros ÷ Nº Máximo de pontos) × 2,

- para a viagem intermédia: $\text{Km Viagem interm.} = \text{Quilómetros partilhados da fração anterior} + (\text{Quilómetros da fração} \div (\text{N}^\circ \text{ Máximo de pontos} - \text{Ordem} + 1)) \times 2$
- para a parcela dos cálculos anteriores referente aos quilómetros partilhados, $\text{Quilómetros partilhados da fração anterior} = 78 \div 3$, para o segundo ponto, e $\text{quilómetros partilhados da fração anterior} = \left(\frac{78}{3} + \frac{55}{2}\right)$, para o último.

De forma a garantir a viabilidade do estudo é feita a confirmação dos valores obtidos. Para isso, são calculados os quilómetros máximos percorridos por viagem, que igualam a distância total percorrida. Os quilómetros máximos são divididos pelo número de pontos da viagem, utilizando um contador. Assim, na confirmação é calculada a diferença entre o número máximo de quilómetros percorridos e os quilómetros por linha obtidos. Se os cálculos estiverem corretos, toda a coluna da confirmação vai ter o valor de zero, como se pode ver na Figura 16.

=SOMA.SE(D:D;D5;AF:AF)-AD5							
D	X	Y	Z	AC	AD	AF	AG
Carga	Viagens c CE	Ida/Volta	Viagens Entre destinos	Kms Partilhados	Max Kms	Kms p/Linha	Confirmação
C000153615	Galp: PINGO-DOCE PENAFIE	IDA		0	90	90	45
C000153615		0		0	90	90	45
C000153616	Prio: PINGO DOCE LOUSADA	IDA		0	244	244	122
C000153616		0		0	244	244	122
C000153617	Prio: PINGO DOCE (DE GRIJÓ)	IDA		0	76	174	38
C000153617		0		0	76	174	38
C000153617	PA FiãesPrio: PINGO DOCE (DE GRIJÓ)PA Fiães	VOLTA		0	98	174	33
C000153617		0		0	98	174	33
C000153617		0		0	98	174	33
C000153621	Prio: PA Vagos	IDA		0	18	80	6
C000153621		0		0	18	80	6
C000153621		0		0	18	80	6
C000153621	PINGO DOCE OLIVEIRA DO BAIRROPrio: PA VagosPINGO DOCE OLIVEIRA DO B	VOLTA		0	62	80	31
C000153621		0		0	62	80	31

Figura 16 - Confirmação dos cálculos efetuados

Com este documento são obtidos os corretos quilómetros afetos a cada viagem, segundo o novo método. É assim possível, realizar a associação dos custos às cargas, para ambos os métodos, e comparar os resultados.

5. Análise comparativa de resultados

O diluidor de custos, além de necessário para a elaboração dos custos por parte da equipa da logística, é também importante para os testes e comparação dos dois métodos possibilitando retirar as devidas conclusões acerca dos mesmos. A partir dos resultados obtidos no diluidor, tem-se reunidas as condições necessárias para testar o novo método de custeio.

Os testes são realizados para as duas transportadoras com as quais foi possível acordar as alterações ao método de custeio praticado.

A finalidade dos mesmos passa pela comparação entre o total de quilómetros percorridos e os respetivos custos, quando aplicado tanto o método antigo como o novo. O estudo engloba os meses de fevereiro, março e abril para a transportadora X e o mês de março e abril para a transportadora Z. Como explicado anteriormente, os testes são elaborados, sempre que possível, relativamente ao mês anterior mais próximo à sua data de elaboração. Por esta razão e tendo em conta que a análise do mês de fevereiro para transportadora X só foi finalizada na primeira semana de abril, o mês de fevereiro foi testado apenas para esta. No que diz respeito ao mês de março, este foi analisado para ambas as transportadoras. O primeiro teste demorou mais tempo a ser finalizado, impedindo analisar ambas as transportadoras, pois foi elaborado de raiz, sendo necessário pensar na sua organização, como iriam ser inseridas as informações e realizados os cálculos, de modo a conseguir obter os resultados pretendidos. Além disso, acompanhado deste processo surgiam erros na informação inserida e na elaboração dos cálculos, contribuindo para o seu prolongamento. A partir da conclusão do teste, a análise dos meses seguintes é mais ágil pois já existe uma base construída.

Para a realização do teste são extraídas do diluidor as informações retiradas do sistema informático relativas às viagens, os respetivos custos com o método antigo e os quilómetros obtidos com o novo método.

Através do custo dos quilómetros do método antigo, são obtidos os quilómetros, dividindo o custo pelo preço do quilómetro, 0,45€. Tendo em conta que os quilómetros do novo método foram retirados do diluidor, é obtido o custo dos quilómetros para este método fazendo a operação inversa, multiplicando por 0,45€.

Recorrendo a uma tabela dinâmica é obtida a soma dos quilómetros totais para cada método, para que as diferenças entre os quilómetros antigos e novos para a mesma carga, sejam analisadas. A regra utilizada para a análise das diferenças é a de realce das células que contenham valores superiores a 50 e valores inferiores a -50. Estas são analisadas e retificadas, com a finalidade de

aproximar as distâncias entre os métodos. A retificação é efetuada em primeiro lugar, verificando se os pontos estão corretamente ordenados. Este é o principal fator que conduz às diferenças encontradas, devido a erros na ordem de descarga reportada, que não traduzem a ordem real. Se a carga estiver corretamente ordenada são verificadas as distâncias entre os pontos e se estão corretamente conjugados. Para determinado perfil de viagens, é normal que se verifique diferenças no número de quilómetros, pois o formato de contagem dos mesmos não é o mesmo.

Por fim, são obtidos o total da soma dos quilómetros com o método antigo e novo, assim como a diferença entre eles, de forma a retirar as conclusões pretendidas.

Este processo foi realizado por quinzenas, e de igual forma para as restantes da janela temporal do estudo, tendo sido obtidos os resultados representados nos Gráfico 3, Gráfico 4, Gráfico 5 e Gráfico 6.

5.1. Resultados da alteração do método de custeio

Nesta secção são apresentados os resultados dos testes realizados à transportadora X e Z, nos meses de fevereiro, março e abril. No Gráfico 3, é possível observar os valores dos quilómetros e os custos associados, para ambos os métodos, assim como a diferença entre eles.

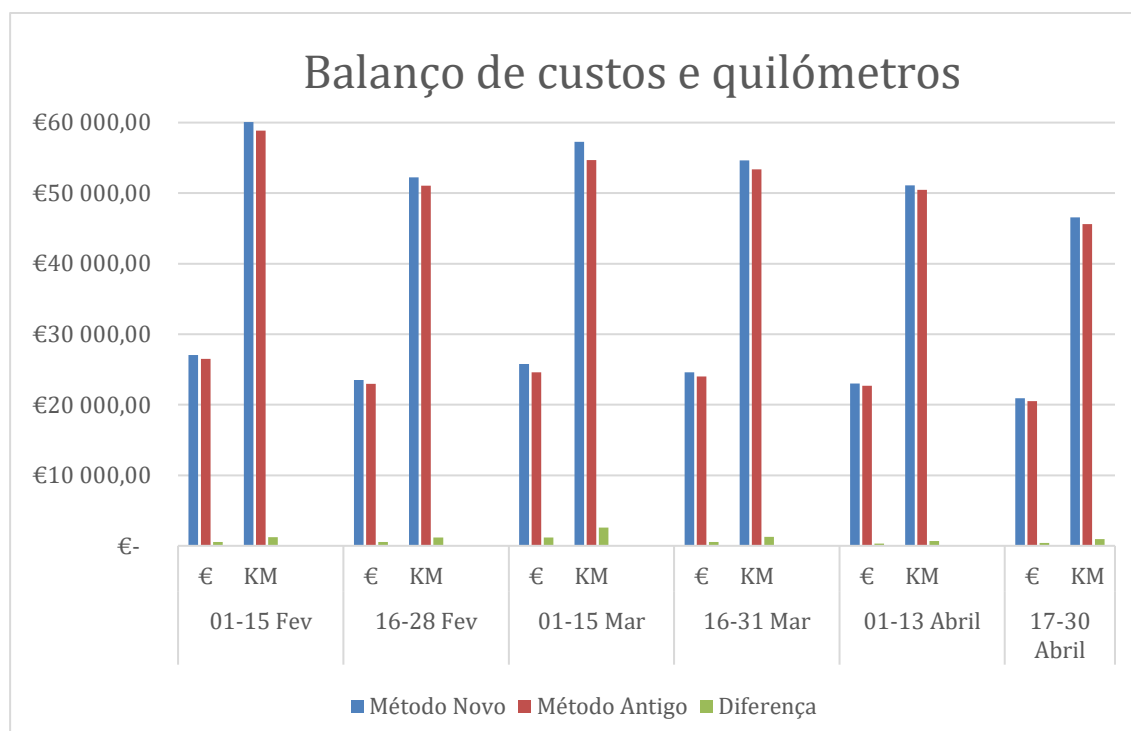


Gráfico 3 - Comparação dos métodos de custeio para a transportadora X

Para a transportadora X, a contagem dos quilómetros com o novo método excedeu o antigo, como era expectável. O balanço final tem uma diferença entre os valores do novo método e do antigo de 2411 quilómetros, 3838 quilómetros e 1618 quilómetros, respetivamente, para os meses de fevereiro, março e abril. Isto perfaz uma diferença total de quilómetros de 7867 quilómetros para a janela temporal dos testes. No que diz respeito aos custos, tem-se uma diferença de 1084,95€, 1727,01€ e 728,10€, respetivamente, para os meses de fevereiro, março e abril. Assim, tem-se uma diferença total de 3540,06€ nos custos totais dos quilómetros.

Este aumento em média de 2,48% nos custos, é expectável devido ao método de reporte dos quilómetros percorridos pela transportadora. Pelo formato da mesma, é reportada a distância de todo o trajeto até ao cliente final e o regresso é igual à distância desde o último ponto até ao CE, otimizando a viagem de regresso (ver Figura 17). Tendo em conta as viagens realizadas, pela contagem da transportadora, é obtido um total de quilómetros menor.

Nas viagens diretas (com apenas um ponto de entrega) e para viagens mais curtas cujos clientes se encontram próximos uns dos outros, o formato do novo método beneficia a Prio. Ao contrário do que acontece para viagens mais longas e/ou com os pontos de abastecimento muito afastados. Nestes casos, como seria uma distância menor se o cálculo da viagem de retorno fosse feito desde o último ponto da viagem até ao centro de expedição em vez de realizar o percurso igual à viagem de ida para voltar ao ponto inicial, o formato beneficia a transportadora. Na Figura 17 está representado um exemplo de uma rota e como é feita a contagem dos quilómetros, pela transportadora (setas a vermelho) e pela Prio (setas a verde).

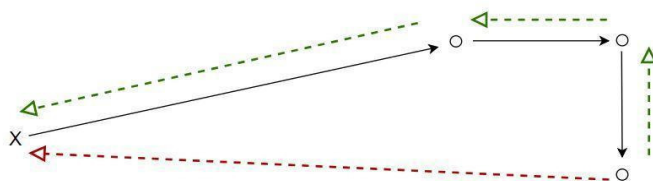


Figura 17 – Formato de contabilização da distância de retorno da transportadora X; Formato de contabilização da distância de retorno do novo método de custeio

A transportadora X, no método de custeio antigo, praticava tarifas muito baixas. Pretendendo incrementar as mesmas, o novo método foi a solução encontrada para que, em vez do aumento das tarifas, fosse aumentada a contabilização dos quilómetros. Deste modo, a Prio continua a beneficiar com a alteração do método pois, apesar de não minimizar os custos comparativamente com o método antigo, consegue minimizar comparativamente ao aumento de

custos que iria ter com a alteração pretendida das tarifas. Apenas um pequeno aumento nas tarifas reflete um grande impacto nos custos logísticos totais da empresa. Assim sendo, incrementando o número de quilómetros enquanto que as tarifas não sofrem o aumento pretendido, a Prio acarreta apenas um pequeno aumento a nível do custo dos quilómetros. Isto representa um acréscimo dos custos logísticos muito inferior ao aumento que sofreria com o incremento dos preços.

No Gráfico 4 estão representados os custos totais para cada um dos métodos e as respetivas diferenças. Sendo os custos totais a soma da fração dos custos relativos ao custo de quantidade (multiplicação da quantidade a entregar pela tarifa do raio) com a fração relativa aos custos dos quilómetros (multiplicação da distância pelo preço do quilómetro). É, assim, possível observar o decréscimo no que diz respeito aos custos de quantidade em todas as quinzenas, e um aumento (menor) no custo dos quilómetros.

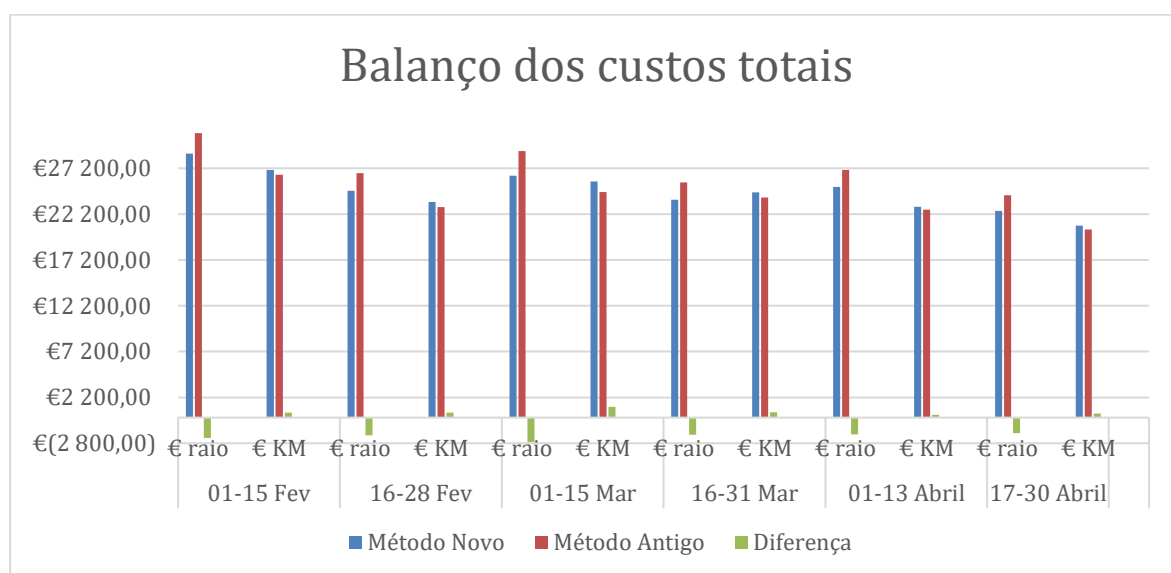


Gráfico 4 – Balanço dos custos totais da transportadora X

No caso da transportadora Z, os resultados obtidos comprovam também a eficiência do novo método que atinge os objetivos previstos, nomeadamente a otimização das rotas de distribuição. Como é possível verificar, tanto a nível das distâncias como dos custos, é obtida uma minimização dos custos em média de 3,21% (ver Gráfico 5).

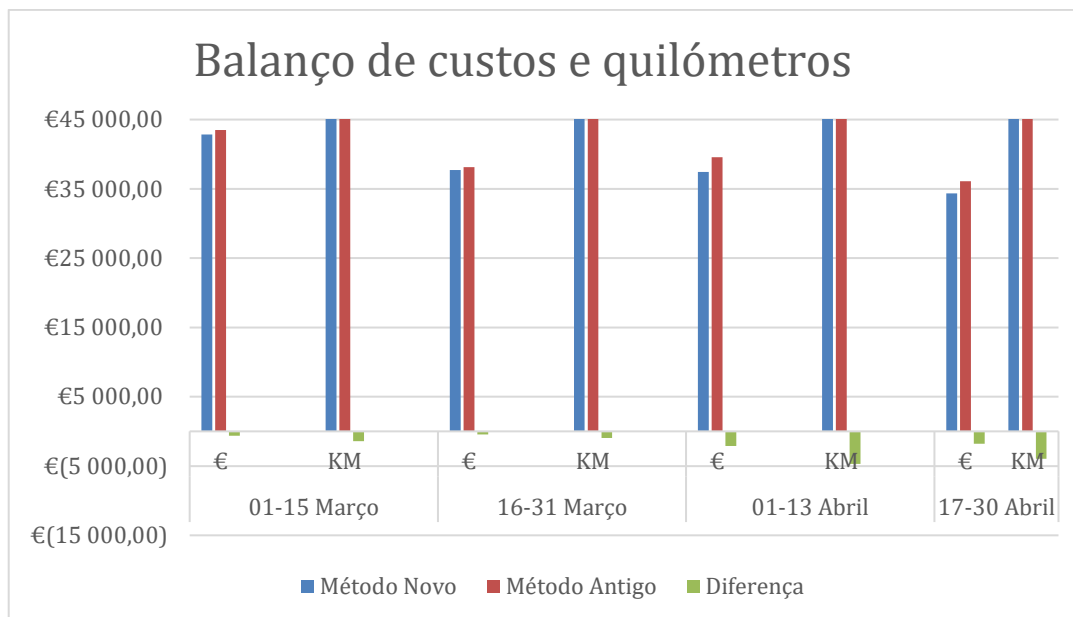


Gráfico 5 - Comparação dos métodos de custeio, da transportadora Z

Ao contrário da transportadora X, Z reporta as distâncias através do mesmo formato utilizado pela Prio para o novo método. Os resultados obtidos por parte da transportadora são sempre mais elevados do que os da Prio ao nível dos quilómetros. Visto que as distâncias analisadas são verificadas consoante cada rota que a cisterna precisa fazer, a Prio não deve ser responsável pelos quilómetros desnecessários que o motorista percorra. Deste modo, são aplicadas as distâncias do novo método.

Neste caso, tem-se uma diferença entre os valores do novo método e do antigo de 2350 quilómetros e de 1057,63€, para o mês de março, e de 8645 quilómetros e de 3890,13€, para o mês de abril, a favor da Prio. Assim, tem-se um total de 10995 quilómetros e 4947,8€.

No Gráfico 6 encontram-se representados os custos totais para cada um dos métodos.

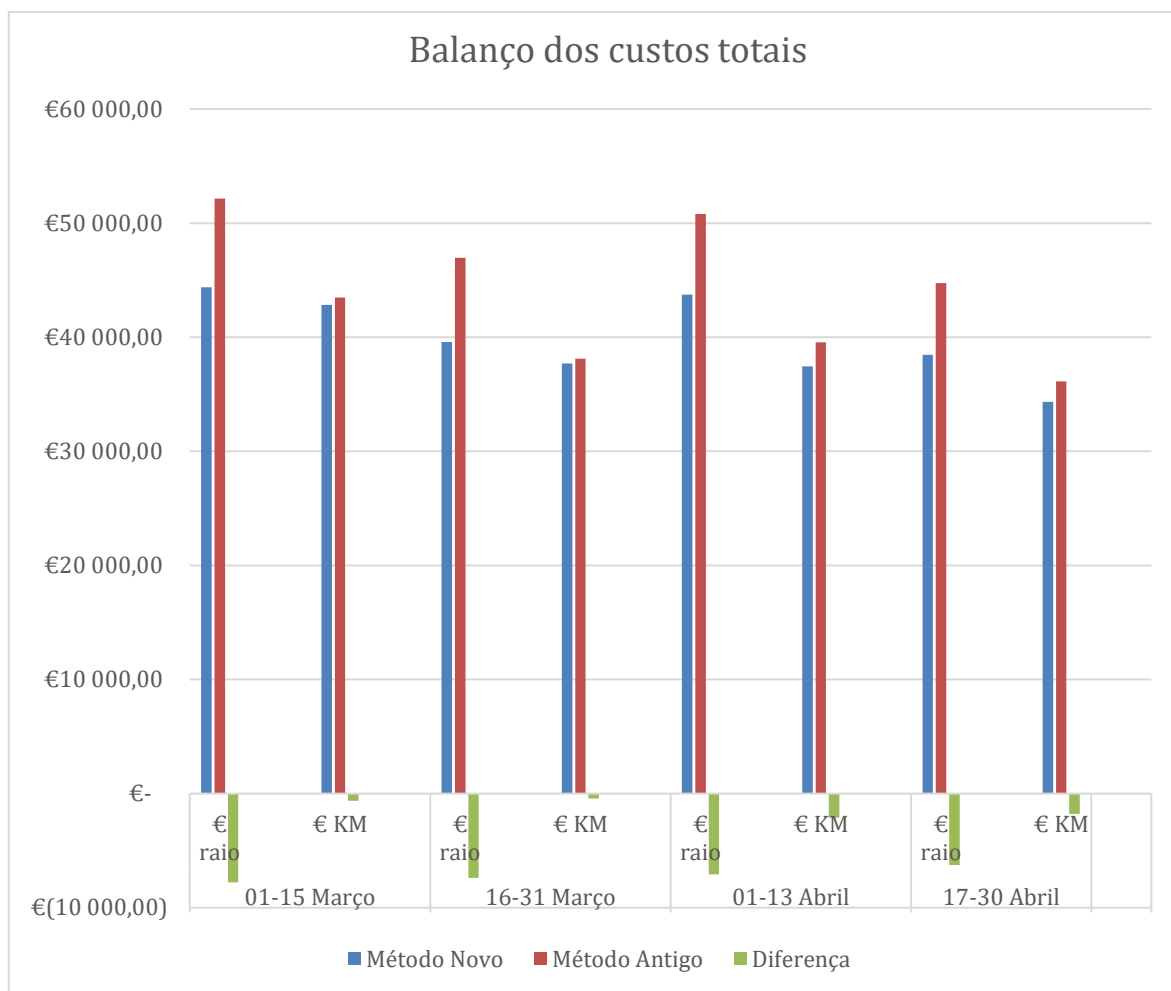


Gráfico 6 - Balanço dos custos totais da transportadora Z

Verifica-se o decréscimo nos custos totais do transporte em todas as quinzenas com a aplicação do novo método de custeio, cumprindo os objetivos do projeto. A diminuição dos custos é mais acentuada nos custos de quantidade (€ raio), porém também o custo dos quilómetros (€ km) é minimizado.

6. Ferramenta para auxílio à tomada de decisões e automatização das mesmas

Como referido anteriormente, o processo para a alteração do método de custeio é apenas aplicado a uma das transportadoras que realiza distribuições para os pontos de entrega do Norte do país (X) e para a do Sul (Z). Neste cenário, tem-se a oportunidade de criação de uma ferramenta que dê auxílio relativamente à escolha entre as duas transportadoras da zona Norte. Para que, deste modo, seja realmente escolhida a que melhor permita otimizar a viagem.

Assim sendo, a próxima secção introduz a ferramenta, explicando a sua elaboração assim como o seu funcionamento.

6.1. Calculadora de custos para apoio à seleção da transportadora da zona Norte do país

No cenário em que o formato de custeio é o mesmo para a transportadora X e Y, não se torna complicado decidir a transportadora para realizar o transporte. No entanto, aquando da implementação do novo método de custeio, as transportadoras passam a praticar métodos distintos. Devido ao formato de custeio antigo diferir nas tarifas dos raios, facilmente se conclui por qual entidade optar, pois a transportadora que praticar os raios com preços mais baixos para a viagem pretendida é a melhor opção. É apenas necessário ter também em conta em certas viagens o fator de compensação da transportadora Y. Portanto, é uma escolha muito visual e rápida. Passando a haver dois métodos diferentes aplicados na zona norte do país, surge a necessidade de avaliar as características de cada carga nomeadamente quantidade a transportar, o raio de cada ponto a visitar e os quilómetros percorridos. De seguida, aplicando as tarifas e condições de cada transportadora, conclui-se qual a que consegue uma maior minimização dos custos da viagem.

Assim sendo, utilizando a ferramenta Excel, é criada a ferramenta de auxílio na tomada de decisões que funciona como uma calculadora de custos. Esta torna o processo de análise e seleção da transportadora mais rápido e eficaz, sendo que o objetivo é a minimização do tempo de análise e decisão que é despendido com a mudança do método. A ferramenta tem o perfil de uma calculadora pois o seu propósito é a obtenção dos custos despendidos em cada carga com cada transportadora, possibilitando a comparação entre ambas de forma a concluir qual a melhor opção. A ideia é que seja inserido o mínimo de informação possível, de modo rápido e intuitivo, para a realização dos cálculos.

É de todo possível concretizar o processo de decisão sem o apoio da ferramenta criada para o efeito. Porém, seria um processo que iria demorar mais tempo e que iria prolongar o tempo da tarefa de alocação das cargas que depende destas decisões.

Um dos fatores de distinção do método aplicado a Y para o novo método aplicado a X reside na forma de contabilização dos raios. Para Y, o raio que prevalece é o maior em que haja pontos de abastecimento. Isto é, tendo descargas em pontos localizados nos raios 1,3 e 4 a quantidade total transportada na cisterna é multiplicada apenas pela tarifa do raio 4, em vez de multiplicar cada quantidade pela tarifa do raio no qual vai ser entregue. Outra restrição do método de custeio de Y é o fator de compensação aplicado consoante o número de pontos de entrega. Se a viagem apenas possui até dois pontos de abastecimento, o fator de compensação (C) é nulo. A partir dos três pontos de entrega, inclusive, o fator de compensação é 0,5€ e a partir daí, a cada ponto de entrega que seja adicionado, há um incremento de 0,5€ no valor de C. Assim, para Y tem-se a fórmula para o cálculo do custo da carga:

$$\text{Custo} = \text{QT (m}^3\text{)} \times \text{Tarifa raio (€)}.$$

Esta fórmula é aplicada quando os raios das viagens são os mesmos para ambas as transportadoras e o fator de compensação é zero. Nas restantes situações aplica-se a seguinte fórmula:

$$\text{Custo (€)} = \text{QT (m}^3\text{)} \times (\text{Tarifa raio (€)} + \text{C (€)}).$$

Por outro lado, no novo método de custeio aplica-se a seguinte fórmula:

$$\begin{aligned} \text{Custo (€)} = & \text{QT (m}^3\text{)} \times \text{Tarifa raio (€)} \\ & + \text{quilómetros (km)} \times \text{Tarifa do quilómetro (€/km)}. \end{aligned}$$

Para a elaboração da calculadora é necessário inserir diversas informações e realizar vários cálculos, de modo que, apenas através da informação pedida ao colaborador, seja obtido o custo da carga. Portanto, é necessário dividir a calculadora em dois cenários, um denominado de estático e outro de dinâmico. O primeiro caso é aplicado quando se verifica que o raio até ao qual a cisterna se desloca é considerado o mesmo para ambas as transportadoras.

Na Figura 18 está explicado o cálculo dos quilómetros até dois pontos de entrega (PE). O objetivo do cenário estático é averiguar quantos quilómetros podem ser percorridos em que a transportadora X tem um menor custo. Igualando o cálculo dos custos para cada transportadora e tendo o número de quilómetros como incógnita obtém-se a equação representada:

$$\text{Quilómetros X (km)} = \frac{(\text{Qt Y (m}^3\text{)} \times \text{Tarifa raio2 (€)}) - (\text{Qt X (m}^3\text{)} \times \text{Tarifa raio2 (€)})}{0,45€}.$$

A quantidade tem o valor fixo de 31m³, valor médio da quantidade das cargas realizadas em 2018.

X ✓ fx =((F10*G11)-(B10*C11))/0,45						
B	C	D	E	F	G	
Até 2 PE						
X			Y			
Quantidade	Inserir raio:		Quantidade	Inserir raio:		
31	2		31	2		
	3,20 €			6,27 €		
		KMS				
		45				

Figura 18 - Cálculo para determinação dos quilómetros até 2PE

O raciocínio é o mesmo para obtenção da fórmula representada para quatro pontos de entrega, em que os custos são igualados e obtém-se a seguinte equação:

$$\text{Quilómetros X (km)} = ((\text{Qt Y (m3)} \times \text{Tarifa raio2 (€)} + \text{Qt Y (m3)} \times \text{Fator compensação (€)}) - (\text{Qt X (m3)} \times \text{Tarifa raio2 (€)}) \div 0,45\text{€ (Figura 19)}.$$

✓ fx	=((R10*S11)+(R10*O13)-(N10*O11))/0,45					
N	O	P	Q	R	S	
4 PE						
TAG			TJA			
Quantidade	Inserir raio:		Quantidade	Inserir raio:		
31	4		31	4		
	7,00 €			12,56 €		
Compensação:	1,00 €		KMS			
			45			

Figura 19 – Cálculo para determinação dos quilómetros para 4 PE

Na Figura 20 encontram-se representados os cálculos e respetivos resultados para obtenção do número máximo de quilómetros a percorrer que minimizam os custos com a transportadora X, para cada raio consoante o número de pontos de entrega.

Até 2 PE						4 PE					
X						Y					
Quantidade	Inserir raio:		Quantidade	Inserir raio:		Quantidade	Inserir raio:		Quantidade	Inserir raio:	
31	2		31	2		31	4		31	4	
	3,20 €			6,27 €			7,00 €			12,56 €	
KMS						KMS					
211,49						451,91					
Compensação: 1,00 €											

	Até 2 PE	3 PE	4 PE	5 PE	6 PE		Até 2 PE	3 PE	4 PE	5 PE	6 PE
Raio1	TAG até	E13;0)	0,00	0,00	0,00	0,00	Raio1	TAG até	0,00	0,00	0,00
Raio2	TAG até	211,49	245,93	0,00	0,00	0,00	Raio2	TAG até	211,49	245,93	0,00
Raio3	TAG até	0,00	0,00	0,00	466,38	500,82	Raio3	TAG até	0,00	0,00	513;0)
Raio4	TAG até	0,00	0,00	451,91	0,00	0,00	Raio4	TAG até	0,00	0,00	451,91
Raio5	TAG até	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Raio5	TAG até	0,00	0,00	0,00

Figura 20 - Cálculo das distâncias para o mesmo raio

Se os raios numa determinada viagem forem diferentes, não são obtidos quilómetros e o cálculo não progride. Se os raios forem iguais obtém-se os quilómetros até os quais a melhor escolha é a transportadora X.

No cenário dinâmico, tem-se as situações em que os raios podem ser diferentes. Para a transportadora X pode-se ter cargas para raios 1 e 3 e para a Y ter-se o raio 3, o que não acontece no cenário estático em que só seria possível ter raio 3 para ambas, por exemplo.

Para o cálculo do custo com cada transportadora, o colaborador deve inserir os quilómetros da viagem desde o centro de expedição até ao último ponto de entrega. Automaticamente a calculadora duplica essa distância para utilizar os quilómetros totais no cálculo. Além disso, necessita introduzir a quantidade a ser entregue em cada raio, assim como o número de pontos de entrega. Tendo esta informação inserida, a calculadora faz o cálculo do custo da viagem tendo em conta o custo da quantidade, o custo dos quilómetros para a transportadora X e, para a transportadora Y, o fator compensação.

A Figura 21 demonstra a aplicação da fórmula para o cálculo do custo da carga da transportadora X explicada anteriormente nesta secção.

=SE(K3=0;0;P12+(K3*0,48))											
J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
X						Y					
Kms totais X:	40										
Raio	QT	€/raio	€*QT	CT TOTAL				Raio	QT	€/raio	€*QT
1	0	2,10 €	- €					1	0	4,32 €	- €
2	15	3,20 €	48,00 €					2	15	6,27 €	156,75 €
3	10	4,80 €	48,00 €					3	10	10,07 €	251,75 €
4	0	7,00 €	- €					4	0	12,56 €	- €
5	0	7,90 €	- €					5	0	15,46 €	- €
Total								Total			
Total €*QT:				96,00 €				Compensação:	1,50 €	Máximo:	251,75 €

Figura 21 - Cálculo do custo total para a transportadora X

A Figura 22 demonstra o cálculo do custo da carga para a transportadora com os fatores anteriormente explicados nesta secção.

=V12+(SOMA(T5:T9)*S11)														
J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	
Kms totais X: 40			X					Y						
			Raio	QT	€/raio	€*QT	CT TOTAL			Raio	QT	€/raio	€*QT	CT TOTAL
			1	0	2,10 €	- €				1	0	4,32 €	- €	
			2	15	3,20 €	48,00 €				2	15	6,27 €	156,75 €	
			3	10	4,80 €	48,00 €				3	10	10,07 €	251,75 €	
			4	0	7,00 €	- €				4	0	12,56 €	- €	
			5	0	7,90 €	- €				5	0	15,46 €	- €	
			Total				115,20 €			Total				T9)*S11)
					Total €*QT:	96,00 €		Compensação:	1,50 €		Máximo:	251,75 €		

Figura 22 - Cálculo do custo total para a transportadora Y

Para ambas as transportadoras, os cálculos são feitos até um máximo de seis pontos de entrega.

Neste caso, para a transportadora X o cálculo processa-se de igual forma em ambas as situações, estática e dinâmica. Por outro lado, no caso dinâmico para a transportadora Y é encontrado o raio máximo no qual se pretende descarregar o produto, multiplicando-se a tarifa desse raio pela quantidade total da carga.

Os cálculos explicados são a base para o funcionamento da calculadora que é apresentada ao colaborador. Para tal, e para concluir a construção do programa, é utilizada a linguagem de programação VBA (Visual Basic for Application) para a posterior gravação de macros e consequente automatização do processo de cálculo e decisão. Deste modo, o colaborador não visualiza todos estes cálculos, mas sim apenas os campos onde necessita inserir os valores para obter o cálculo da viagem.

6.1.1. Aplicação de linguagem VBA e criação de macros

Para que a ferramenta funcione da maneira pretendida, recorre-se à linguagem VBA e gravação de macros. A macro, através de um conjunto de comandos e informação armazenada, proporciona a automatização do processo que seria mais demoroso caso fosse necessária uma análise manual dos custos.

Assim, utilizando as ferramentas do Excel e código VBA para o cálculo, são adicionados dois botões para “Calcular” e “Limpar”. Ao clicar no primeiro botão, instantaneamente são obtidos os

custos logísticos para cada transportadora, qual permite otimizar a viagem e a diferença dos custos. O botão “Limpar” permite eliminar com um só clique todas as informações inseridas pelo colaborador que estejam associadas ao botão, para facilitar a realização de um novo cálculo. A eliminação dos dados de entrada seria um desperdício de tempo se sempre que fosse necessário fazer um novo cálculo, fosse necessário eliminar os valores um por um, tendo em conta que pode ser preciso recorrer à calculadora diversas vezes diariamente. Caso o utilizador pretenda editar apenas um campo, por exemplo, pode fazê-lo sem precisar de apagar os restantes valores, pois os campos são editáveis e independentes entre si.

Assim sendo, a Figura 23 traduz a visualização que o colaborador tem da calculadora, que torna a tarefa muito mais ágil, fácil e intuitiva. O utilizador insere os quilómetros da viagem de ida, assim como as quantidades a entregar e o número de pontos de entrega. Caso seja introduzida uma quantidade negativa ou acima de 32 m3, ou um número de PE que não seja entre 1 e 6, o cálculo não é realizado. Selecionando o botão “Calcular” a calculadora devolve os resultados pretendidos.

The interface is divided into several sections:

- INPUT X (Green background):**
 - Field: "Inserir Kms (ida):" with value 20.
 - Table:

Raio	QT
1	
2	15
3	10
4	
5	
 - Field: "Nº pontos entrega" with value 2.
 - Status: "VERDADEIRO" (True).
- INPUT Y (Red background):**
 - Table:

Raio	QT
1	
2	15
3	10
4	
5	
 - Field: "Nº pontos entrega" with value 2.
 - Status: "VERDADEIRO" (True).
- Buttons:** "Calcular" and "Limpar".
- OUTPUT (Grey background):**
 - Results:

X	115,20 €
Y	289,25 €
 - Comparison: "Mais otimizadora:" with a dropdown menu showing "X".
 - Difference: "Diferença: Y (mais) 174,05 € do que a X".

Figura 23 – Ferramenta para o cálculo dos custos com o método antigo e novo

Deste modo, é possível perceber de imediato qual a opção mais vantajosa para a minimização dos custos de distribuição. Além de contribuir para o objetivo do projeto e dar suporte à tarefa dos colaboradores, minimizando o tempo da mesma.

Esta ferramenta é útil para a situação de custeio das transportadoras nesta fase do projeto. No entanto, pensando no futuro, a direção é para que se consiga concretizar a alteração do método para todas as transportadoras. Assim sendo, a mesma ferramenta pode também ser aplicada nessa situação. A diferença passa por ambas as transportadoras aplicarem o novo sistema de custeio que engloba a contabilização dos quilómetros percorridos assim como o sistema de raios. Além disso, a transportadora Y, aplicando o fator quilómetros, deixa de ter necessidade de utilização do fator compensação.

Na Figura 24 tem-se um exemplo de uma viagem com dois pontos de entrega, e os custos obtidos com cada uma das transportadoras, nomeadamente 121,1€ no caso da transportadora X e 203,52€ com a transportadora Y.

INPUT X		INPUT Y	
Inserir Kms (ida): <input type="text" value="40"/>		Inserir Kms (ida): <input type="text" value="40"/>	
Raio	QT	Raio	QT
1	15	1	15
2	16	2	16
3		3	
4		4	
5		5	
Nº pontos entrega <input type="text" value="2"/>		Nº pontos entrega <input type="text" value="2"/>	
VERDADEIRO		VERDADEIRO	
Calcular		Limpar	
OUTPUT			
X	<input type="text" value="121,1"/>		
Y	<input type="text" value="203,52"/>		
Mais otimizadora:	<input type="text" value="X"/>		
Diferença: Y	(mais)	82,42	do que a X

Figura 24 - Ferramenta para cálculo de custos com o novo método

6.2. Ferramenta para automatização do processo de otimização das rotas

Finalizados os testes do desempenho do método com avaliação positiva ficam concluídos os objetivos do projeto. Durante esta fase, é verificado que a alocação dos produtos às transportadoras, apesar da alteração do método, continua a ser uma tarefa muito manual, com base nas encomendas e no seu histórico e conhecimento de causa.

Através da cronometração do tempo que os colaboradores demoram a concluir esta tarefa, durante uma semana normal de trabalho, conclui-se que, em média, demoram todos os dias 30 minutos. No seguimento deste pensamento, conclui-se que esta tarefa pode também ser automatizada, diminuindo assim o tempo despendido com a mesma.

Para tal, é elaborado um programa utilizando a ferramenta Excel, que permita a automatização da tarefa.

Primeiramente, é necessário que no documento conste uma base de dados com todos os pontos de entrega e respetivas localidades para a conversão dos nomes dos pontos. A denominação dos PE que estão na matriz é a junção do nome do ponto com a respetiva localidade. De seguida, é criado um formulário no Excel, utilizando linguagem VBA e macros. O formulário retira informação da lista de clientes, localidades e transportadoras que se encontram na base de dados.

Para que o programa funcione é necessário inserir a seguinte informação:

- Pontos de entrega

Sendo possível o colaborador escolher até seis pontos de entrega, pois é o número máximo de pontos possíveis na mesma viagem. Cada campo do formulário está associado à lista de pontos de entrega, permitindo inserir o local pretendido em cada um.

- Quantidade de produto a descarregar em cada PE

Ao ser inserida a quantidade de produto a entregar em cada local, a restrição de capacidade estabelecida até 32m³ é verificada e o programa prossegue com o cálculo se a quantidade for válida.

- Transportadora

É escolhida a transportadora para realizar a rota. A escolha é feita consoante a zona do país em que os PE se localizam. Caso seja no Norte e haja dúvidas quanto à melhor para realizar a viagem, é previamente utilizada a ferramenta para o cálculo dos custos (Calculadora de custos).

O botão “Ok” tem como função inserir os pontos introduzidos no formulário, na folha de Excel onde será elaborado o programa, para a realização dos passos seguintes. O botão “Limpar” permite ao colaborador apagar os dados inseridos automaticamente sempre que pretenda obter uma nova rota.

O formulário para introdução dos dados de entrada encontra-se representado na Figura 25, com um exemplo de três pontos de entrega, as respetivas quantidades e a transportadora.

O formulário, intitulado "Inserir Quantidade", apresenta os seguintes campos:

Ponto de Entrega	Quantidade
PE1: CE CHAMUSCACHAMUSCA	5
PE2: PINGO-DOCE PONTE SOF	7
PE3: PA PortalegrePORTALEG	18
PE4: []	[]
PE5: []	[]
PE6: []	[]

Transportadora: z

Botões: OK, Limpar

Figura 25 - Formulário para introdução de dados de entrada

Os pontos de entrega, as quantidades e a transportadora são inseridos, através do formulário, na tabela criada para guardar os dados de entrada, como representado na Figura 26. Nesta tabela constam também os raios que estão associados a cada ponto a partir de cada CE. Após cálculos explicados de seguida, também o CE escolhido é inserido na tabela. Conectados com esta tabela estão os campos necessários para relacionar toda a informação, nomeadamente os cálculos de custos de quantidades e a mini matriz de distâncias com as distâncias entre os pontos inseridos pelo colaborador.

		Quantidade	Cepsa: <input type="text"/>	Galp: <input type="text"/>	Prio: <input type="text"/>	Repsol: <input type="text"/>	Galp: <input type="text"/>
PE1	PINGO-DOCE CHAMUSCACHAMUSCA	5	2	1	3	#N/D	#N/D
PE2	PINGO-DOCE PONTE SORPONTE DE SOR	7	3	2	4	#N/D	#N/D
PE3	PA PortalegrePORTALEGRE	18	3	3	4	#N/D	#N/D
PE4							
PE5							
PE6							
	Galp: <input type="text"/>						
Transportadora	Z						
Nº PE:		3					

Figura 26- Dados de entrada

O cálculo do custo de quantidade a partir de cada CE permite obter o centro de expedição que minimiza os custos de distribuição. Para este cálculo são utilizadas as tarifas dos raios da transportadora selecionada, multiplicando-as pela quantidade transportada. O custo para cada CE é diferente pois os raios associados aos pontos variam consoante a localização do centro de expedição.

Como se pode observar na Tabela 2, são obtidos os custos a partir de cada CE e, para os pontos tidos como exemplo, o centro de expedição a escolher seria aquele cujo custo é 110,90€. Caso não exista informação de preços a partir de algum CE até algum ponto, por não terem sido realizadas viagens entre os mesmos, esse CE não é tido em consideração (#N/D).

Tabela 2 - Obtenção do CE com o menor custo associado

Transportadora	X											
		Qt	€ Raio	€ Raio	€ Raio	€ Raio	€ Raio	€ Raio	€ Raio	€ Raio	€ Raio	€ Raio
PE1	PINGO-DOCE CHAMUSCACHAMUSCA	5	3,20 €	16,00 €	2,10 €	10,50 €	4,80 €	24,00 €	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D
PE2	PINGO-DOCE PONTE SORPONTE DE SOR	7	4,80 €	33,60 €	2,00 €	14,00 €	7,00 €	49,00 €	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D
PE3	PA PortalegrePORTALEGRE	18	4,80 €	86,40 €	4,80 €	86,40 €	7,00 €	126,00 €	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D
PE4		0			#N/D		#N/D		#N/D		#N/D	
PE5		0			#N/D		#N/D		#N/D		#N/D	
PE6		0			#N/D		#N/D		#N/D		#N/D	
		30										
SOMA €/QT				136,00 €		110,90 €		199,00 €		#N/D		#N/D
€/QT Mínimo			110,90 €									

Tendo obtido o CE ótimo e consequentemente a minimização do custo de quantidades, segue-se a vertente das distâncias.

Através das informações já inseridas, são criadas todas as hipóteses de conjugações possíveis entre eles. Tendo-se os pontos na mini matriz representada Tabela 3, é necessário que sejam procurados na matriz de distâncias, para que seja devolvida a distância entre os mesmos. Isto é realizado através do uso de funções, nomeadamente a função Deslocamento combinada com a

função Corresp, para que sejam procurados e identificados, na coluna e linha de pontos existentes na matriz, os pontos que são inseridos na mini matriz. Simultaneamente à procura dos pontos são devolvidas as distâncias entre os PE que automaticamente são inseridas na mini matriz. Esta é importante para o funcionamento do algoritmo explicado de seguida, o qual retira a informação necessária, para minimizar a distância da rota, a partir da mini matriz.

Tabela 3 - Mini matriz de distâncias

Mini Matriz de Distâncias		CE	PE1	PE2	PE3	PE4	PE5	PE6	Raio
		Galp:	PINGO-DOCE CH	PINGO-DOCE F	PA PortalegrePO				
CE	Galp:	9,88903E+42	60	129	182	#N/D	#N/D	#N/D	
PE1	PINGO-DOCE CHAMUSCACHAMUSCA	60	9,88903E+42	66	122	#N/D	#N/D	#N/D	1
PE2	PINGO-DOCE PONTE SORPONTE DE SOR	129	66	9,88903E+42	60	#N/D	#N/D	#N/D	2
PE3	PA PortalegrePORTALEGRE	182	122	60	9,88903E+42	#N/D	#N/D	#N/D	3
PE4		#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	9,88903E+42	#N/D	#N/D	
PE5		#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	9,88903E+42	#N/D	
PE6		#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	9,889E+42	

Neste momento, tem-se já formuladas todas as restrições necessárias à resolução do problema de rotas dos veículos (VRP), como a capacidade máxima, o número máximo de pontos de entrega, a introdução dos pontos, CE e quantidades. Além destas, outras condições são definidas ao longo do algoritmo utilizado. O VRP é resolvido através da criação e aplicação de um algoritmo, que elabora várias opções de rotas possíveis, tendo como objetivo a minimização das distâncias percorridas.

A elaboração do algoritmo é feita de raiz através de uma sequência de passos. Isto é, em primeiro lugar o algoritmo começa por verificar quantos pontos de entrega foram inseridos pelo colaborador. Através do algoritmo são respeitadas as condições de que todos os pontos têm de ser visitados e apenas uma única vez, pois este determina todas as combinações de rotas possíveis, fazendo a permutação da quantidade de PE inseridos. Portanto, o número de combinações possíveis será $2!, 3!, \dots, 6!$, consoante o número de pontos existentes, que são de seguida guardadas num *array*. Isto sem que a capacidade da cisterna seja ultrapassada, garantido pela restrição de capacidade dos veículos estabelecida previamente. De seguida, verifica as distâncias entre todos os pontos, sendo que a primeira distância é sempre entre o CE e um dos pontos, isto porque todas as viagens têm obrigatoriamente início no CE. Assim, começa por verificar as distâncias do CE para o PE1, do PE1 para o PE2, e assim sucessivamente até percorrer os pontos todos uma única vez. Continua a combinar os pontos, mas agora do CE para o PE2, do PE2 para o PE3, e assim sucessivamente. De seguida, é criado um *array*, onde são guardadas todas as combinações de rotas possíveis com o “uso de” todos os pontos inseridos.

No próximo passo, verifica-se a admissibilidade da rota. Isto é, é verificado se nas células respectivas às distâncias existe algum “X”. Quando tal se verifica o algoritmo assume essa distância como inválida (igual a -1) e prossegue para a análise da próxima rota possível, visto que esta não é exequível pois não existem distâncias entre pelo menos 2 pontos. Após todas as rotas possíveis serem verificadas, ao colaborador são devolvidas todas combinações de rotas admissíveis e respectivas distâncias. Ordenadas da melhor rota para a pior, possibilita ao utilizador verificar qual a que melhor permite otimizar a viagem, ou seja, cuja distância total for menor.

Deste modo, o colaborador sabe previamente qual o CE que melhor pode minimizar o custo de quantidade e seguidamente, através do algoritmo, qual a rota que minimiza o custo de quilómetros.

Na Figura 27 tem-se um exemplo do resultado que é obtido após todos os passos estarem concluídos, onde se pode verificar qual a ordem dos pontos de entrega na rota assim como a distância que será percorrida na viagem de ida.

CALCULAR ROTAS	Melhor Rota			
	PINGO-DOCE CHAMUSCACHAMUSCA	PINGO-DOCE CHAMUSCACHAMU	PINGO-DOCE PONTE SORPON	PINGO-DOCE PONTE SOR
	PINGO-DOCE PONTE SORPONTE DE SOR	PA PortalegrePORTALEGRE	PA PortalegrePORTALEGRE	PINGO-DOCE CHAMUSCA
	PA PortalegrePORTALEGRE	PINGO-DOCE PONTE SORPONTE	PINGO-DOCE CHAMUSCACHA	PA PortalegrePORTALEGR
Distância:	186	302	311	317

Figura 27 – Rotas e respectivas distâncias

Esta ferramenta permite otimizar as rotas de distribuição, para um determinado número de pontos escolhidos consoante as necessidades dos mesmos e as suas localizações geográficas. Primeiro é escolhido o CE consoante o que minimiza os custos de quantidade e de seguida é obtida a mínima distância a percorrer na viagem. Desta forma é encontrada a rota ótima a ser realizada, para a informação inserida pelo colaborador. Além disso, automatiza a tarefa que, com o auxílio deste programa pode reduzir o tempo da tarefa até 50%.

Os passos seguidos para a criação do algoritmo consoante o descrito, estão representados na Figura 28.

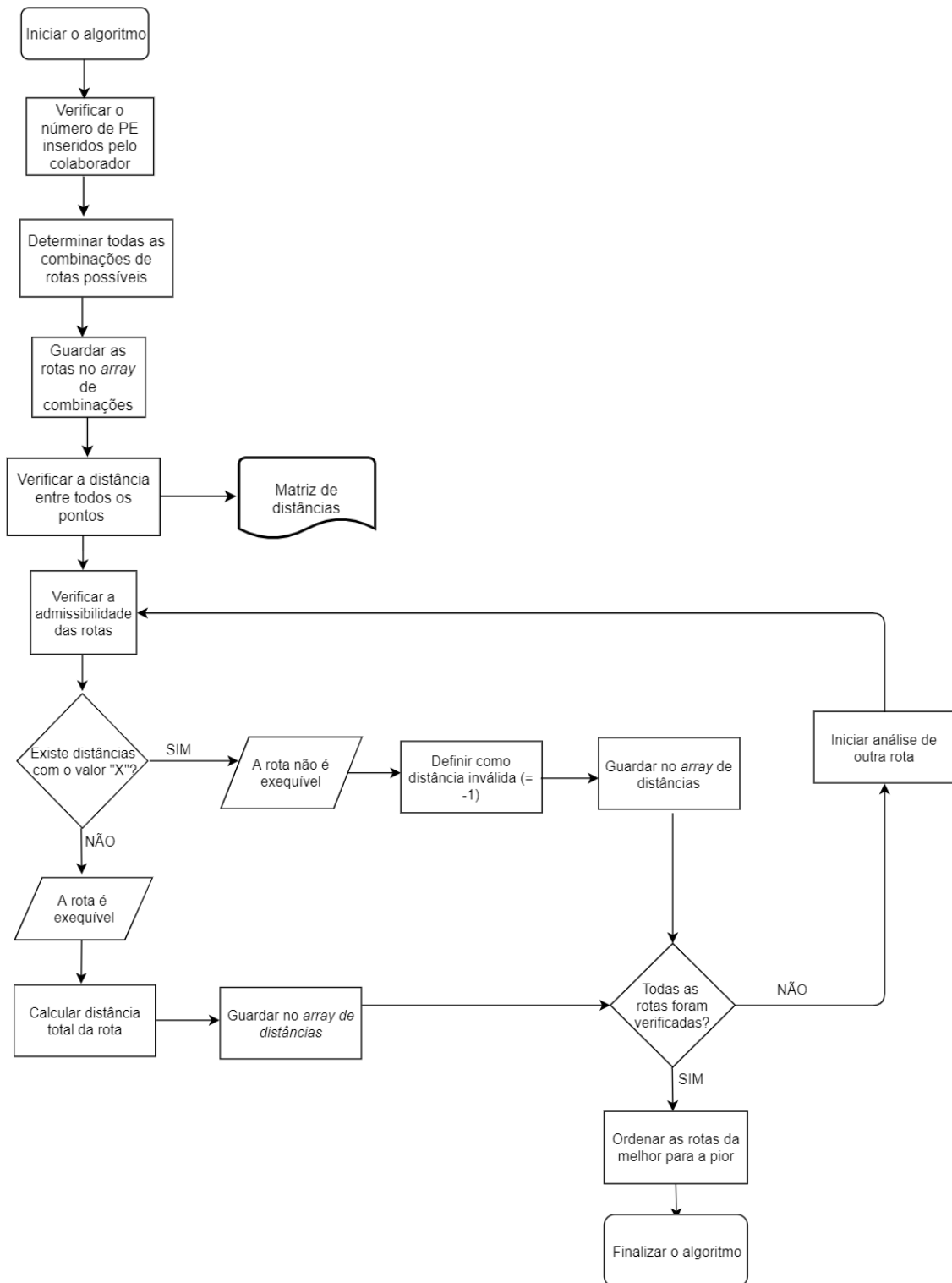


Figura 28 - Fluxograma ilustrativo dos passos para a elaboração do algoritmo

7. Conclusões

Com a alteração do formato de custeio, e consequente ajuste à realidade atual da empresa, conclui-se que é conseguida uma minimização dos custos de transporte, quer por via das distâncias quer dos custos associados.

O sistema de raios integrado no método de custeio da empresa provocava uma grande disparidade entre os custos de cargas entregues na mesma área delimitada pelos raios. Cada raio que existe a partir de cada Centro de Expedição engloba uma extensa área do mapa. Neste sistema, localidades que se encontrem no mesmo raio, mesmo que a distâncias muito diferentes do CE, possuem o mesmo custo por viagem. Portanto, prevalecendo uma disparidade nos custos de cada carga, provocada pelo formato de custeio praticado, conduzia tanto a custos totais de transporte inflacionados como inferiores ao que seria justo. Assim sendo, era inviável continuar tendo-se apenas em conta o sistema de raios para custear as cargas.

Deste modo, surge a necessidade de alteração do método de custeio para um em que os quilómetros percorridos até cada PE sejam também contabilizados.

Para tal, iniciou-se uma análise de custos das transportadoras, com a finalidade de avaliar o método que estava a ser aplicado. Com os resultados obtidos torna-se possível elaborar as propostas para novos valores das tarifas dos raios e do quilómetro para o novo método de custeio, tendo como base os custos mensais com o método antigo.

A análise passou por uma série de etapas, desde a recolha de informação relativa às viagens, até à obtenção de todas as distâncias percorridas, quer as reportadas pela transportadora como as vistas no Google Maps pela Prio, como forma de verificação. Após a realização dos cálculos necessários foram obtidos os resultados relativos aos custos de transporte mensais, comprovando que se encontravam desajustados e incrementados por falta de retificações no método.

Para a elaboração das propostas para as tarifas, diversos conjuntos de possíveis valores foram testados e de seguida propostos. Após a fase de testes e negociações, concretizou-se a alteração do método de custeio para duas transportadoras, uma que trabalha no norte do país e outra no sul. Assim sendo, foi possível chegar a acordo com duas das três transportadoras, que passaram de seguida para os testes e implementação do método. Neste momento o formato de contabilização dos quilómetros totais da viagem como sendo o dobro da distância da viagem de ida, tornou-se igual para todas as transportadoras, o que não acontecia anteriormente.

Para possibilitar a total conversão do método elaborou-se uma matriz de distâncias, contendo as distâncias mínimas exequíveis entre todos os pontos de entrega e CE. A matriz foi elaborada utilizando a ferramenta Excel, verificando-se que possibilita a minimização da rota quando se pretende planejar uma determinada viagem, pois utiliza as distâncias mínimas necessárias entre os pontos.

Após a definição das tarifas e distâncias mínimas entre os pontos através da matriz de distâncias, prosseguiu-se para os testes do novo método, para os meses de fevereiro, março e abril. Através de um processo demorado, foi possível comparar os custos e quilómetros com o método de custeio antigo e com o método novo e concluir acerca da eficácia do mesmo.

Conclui-se que, através de um balanço entre os quilómetros obtidos pelo método antigo e pelo método novo, e consequentes custos, que se observa um acréscimo de cerca de 2,48% nos custos mensais para a transportadora X e um decréscimo de 3,21% dos custos mensais para a transportadora Z. O acréscimo dos custos despendidos com a transportadora X é justificado pelo formato de contabilização dos quilómetros que beneficia a transportadora comparativamente com o formato de contabilização utilizado anteriormente. No entanto, dado a intenção da transportadora de incrementar as tarifas, concluiu-se que o novo método era a melhor solução. Com a aplicação de um acréscimo dos quilómetros percorridos, contorna-se o aumento pretendido das tarifas por parte da transportadora, que iria prejudicar muito mais os custos logísticos da Prio.

Concluídos os testes de desempenho realizados para a transportadora X nos meses de fevereiro, março e abril, e para a transportadora Z no mês de março e abril, verifica-se o correto desempenho do método mediante a minimização dos custos logísticos pretendidos. Deste modo, reúnem-se as condições necessárias para a implementação do mesmo para as duas transportadoras.

A alteração do método de custeio apenas a uma das transportadoras das duas que trabalham na zona Norte do país traz limitações no que diz respeito à tomada de decisões de alocação de cargas. Deste modo, passa a ser necessário uma decisão mais complexa no que diz respeito a essa tarefa. Sem alterações no método de custeio era possível decidir rapidamente apenas com base nas tarifas, sendo eficiente analisar qual a que praticava um preço mais baixo para os raios pretendidos. Passando a existir dois métodos distintos aplicados à mesma zona, diferenciando-se por outros fatores além das tarifas dos raios, procedeu-se à criação de um programa para auxílio no cálculo dos custos recorrendo à ferramenta Excel.

O funcionamento do programa de cálculo dos custos passa pela introdução das informações necessárias acerca da viagem, para que sejam obtidos os custos de cada carga, consoante o método

aplicado a cada transportadora. Sem esta ferramenta, avaliar qual seria a melhor transportadora iria demorar muito mais tempo do que o minuto, ou menos, despendido neste caso.

Este programa verificou-se muito útil para a zona Norte. No entanto, fica a faltar um programa que possa automatizar o processo de otimização das rotas. Além da calculadora não englobar a transportadora Z, não permite escolher pontos em específico nem criar rotas.

Para tal, foi elaborada e testada a ferramenta que permite calcular de forma rápida a rota mais otimizada em termos de minimização dos custos e distâncias. A ferramenta foi elaborada utilizando a ferramenta Excel que, através de linguagem VBA e gravação de macros, e necessita apenas da informação essencial sobre a viagem, como quais os pontos de entrega, as quantidades a transportar e a transportadora. Conclui-se que esta ferramenta permite a automatização da tarefa de otimização das rotas no que diz respeito à alocação das cargas e escolha do CE que minimiza os custos de quantidade. Este processo que demora em média meia hora poderia passar a demorar cerca de quinze minutos.

Assim sendo, após todos os processos de análises, negociações e testes, verifica-se os progressos obtidos com todo o projeto. Além de ser possível uma prática mais justa do método de custeio, permite à Prio otimizar os seus custos logísticos de transporte, em média 3,21% por mês para a transportadora Z. Apesar de um aumento mensal de 2,48% dos custos para a transportadora X comparativamente com o método antigo, permite a minimização dos custos comparativamente à situação que se teria de suportar com o incremento das tarifas.

7.1. Trabalho Futuro

A criação do programa para automatização do processo de otimização das rotas vem resolver o problema de tempo desnecessário afeto a esta tarefa, que até ao momento era muito manual. Tendo em consideração diversas condicionantes como por exemplo, várias necessidades dos pontos de venda, isoladamente, terem quantidade suficiente para completar a capacidade de uma cisterna, não havendo o trabalho de os conjugar. No mesmo sentido, vários pontos necessitam de entregas quase diárias e os PE com os quais podem ser conjugados já estão bem estudados, pois é uma viagem muito recorrente. Para estes casos, também não existe necessidade de obter uma rota de forma automática. Por estas razões, foi criada a ferramenta apresentada na secção 6.2., que é utilizada para os pontos de entrega que o colaborador precisa.

No entanto, no seguimento deste pensamento e apesar das condicionantes apresentadas, a criação de um programa que efetue a conjugação e alocação automática de todos os pontos, continuaria a ser uma mais valia que traria ainda melhores resultados.

Portanto, a sugestão para trabalho futuro passa pela criação de uma ferramenta no Excel, que após inseridos os pontos de entrega e respectivas necessidades para o dia seguinte, consiga fazer a conjugação desses pontos e alocá-los às cisternas. O objetivo é também que o faça criando a menor rota para cada veículo a partir do CE que mais otimize os custos da viagem.

Para tal, pode-se recorrer a um VRP (Vehicle Routing Problem), como por exemplo o CVRP (Capacity Vehicle Routing Problem). Este é um dos problemas mais adequado à situação pois é pretendido que seja resolvido um problema de criação de rotas de distribuição de veículos. Além disso, neste caso trata-se de mais do que um veículo, sendo que inclui os vários carros das várias transportadoras, cujas cisternas possuem capacidades conhecidas que não podem ser ultrapassadas em cada viagem. A partir daqui, são incluídos para a pré-formulação do problema, os vários fatores e restrições necessários ter em conta.

Com os fatores inumerados a implementação do problema é facilitada, à medida que o intervalo de possibilidades de conjugações de pontos é afunilado.

Tendo toda a formulação de condições afetas ao problema finalizada, pode-se passar à sua formulação através de código VBA para a elaboração do algoritmo, ou através do Solver Excel, para a resolução do problema matemático.

8. Referências Bibliográficas

- Agus, A., Hassan, Z., & Ahmad, S. (2008). The Significant Impact of Customer Relations Practices (CRP), Information Technology (IT) and Information Sharing between Supply Chain Partners (IS) on Product Sales. *Gading Journal for the Social Sciences*, 12(01), 65–85. Retrieved from <http://www.gading.learningdistance.org/index.php/gading/article/view/61>
- Beamon, B. M. (1999). Designing the green supply chain. *Logistics Information Management*, 12(4), 332–342. <https://doi.org/10.1108/09576059910284159>
- De Oliveira, F. C., & Coelho, S. T. (2017). History, evolution, and environmental impact of biodiesel in Brazil: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 75(July 2015), 168–179. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.10.060>
- Domingos, F., & Sardinha, J. (2017). INSTITUTO SUPERIOR DE GESTÃO A Gestão de Transportes na Cadeia de Logística.
- Fernandes, M. C. D. S. (2008). Logística e Sustentabilidade - Análise de Casos de Estudo e Tendências. *Dissertação de Mestrado Em Logística Da Universidade Do Porto*, 1–132.
- Grazia Speranza, M. (2018). Trends in transportation and logistics. *European Journal of Operational Research*, 264(3), 830–836. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2016.08.032>
- Lang, Z., Yao, E., Hu, W., & Pan, Z. (2014). A Vehicle Routing Problem Solution Considering Alternative Stop Points. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 138(0), 584–591. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.07.242>
- Lummus, R. R., Krumwiede, D. W., Vokurka, R. J., Lummus, R. R., Krumwiede, D. W., & Vokurka, R. J. (2001). Industrial Management & Data Systems Emerald Article : The relationship of logistics to supply chain management : developing a common industry definition The relationship of logistics to supply chain management : developing a common industry definition. *Industrial Management and Data Systems*, 101(8), 426–432.
- Martin, C. (2011). *Logistics & Supply Chain Management. Communications of the ACM* (Vol. 48). <https://doi.org/10.1007/s12146-007-0019-8>
- Miguel, P. (2018). Pedro miguel santos aparício otimização dos custos logísticos de distribuição na prio energy sa.
- Neeraja, B., Mehta, M., & Chandani, A. (2014). Supply Chain and Logistics for the Present Day Business. *Procedia Economics and Finance*, 11(14), 665–675. [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(14\)00232-9](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(14)00232-9)
- Oesterle, J., & Bauernhansl, T. (2016). Exact Method for the Vehicle Routing Problem with Mixed

- Linehaul and Backhaul Customers, Heterogeneous Fleet, time Window and Manufacturing Capacity. *Procedia CIRP*, 41, 573–578. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2015.12.040>
- Prescott-Gagnon, E., Desaulniers, G., & Rousseau, L. M. (2014). Heuristics for an oil delivery vehicle routing problem. *Flexible Services and Manufacturing Journal*, 26(4), 516–539. <https://doi.org/10.1007/s10696-012-9169-9>
- Tayauova, G. (2012). Advantages and disadvantages of outsourcing: analysis of outsourcing practices of Kazakhstan banks. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 41, 188–195. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.04.023>
- Teresa, G., & Evangelos, G. (2015). Importance of logistics services attributes influencing customer satisfaction. *2015 4th IEEE International Conference on Advanced Logistics and Transport, IEEE ICALT 2015*, 53–58. <https://doi.org/10.1109/ICAdLT.2015.7136590>
- Yeh, S. (2007). An empirical analysis on the adoption of alternative fuel vehicles: The case of natural gas vehicles. *Energy Policy*, 35(11), 5865–5875. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2007.06.012>
- Zoppei, R. A., Santos, I. L. dos, & Vinotti, C. A. (2015). Brazilian journal of development BJD. *Brazilian Journal of Development*, 4(4), 1343–1358. Retrieved from <http://www.brjd.com.br/index.php/BRJD/article/view/181/151>
- 林伸行. (2017). 病院・介護施設におけるノロウイルス感染症の拡大防止対策を目的とした吐物の飛散状況に関する研究No Title. *感染症誌*, 91, 399–404.
- Ajuda do Excel - Suporte do Office*. (n.d.). Retrieved from <https://support.office.com/pt-pt/excel>
- APETRO. (2018, 12 27). *APETRO*. Retrieved from Combustíveis: <https://www.apetro.pt/setores-de-atividade/combustiveis/1670>
- Ashley, E. (2008). *Outsourcing for Dummies*. Indianapolis, Indiana: Wiley Publishing, Inc.
- BERA. (2019, janeiro 10). *The Library of Congress*. Retrieved from History of the Oil and Gas Industry: <https://www.loc.gov/rr/business/BERA/issue5/history.html>
- BERA. (2019, janeiro 10). *The Library of Congress*. Retrieved from Alternative Energy Sources: <https://www.loc.gov/rr/business/BERA/issue5/alternative.html>
- John T. Mentzer, D. J. (2001). Logistics Service Quality as a Segment-Customized Process. *Journal of Marketing*, 4.
- Ram Ganeshan, T. P. (1999). An Introduction to Supply Chain Management. *Supply Chain Management*.